

ПРИРОДА

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

№ 4

1944



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П Р И Р О Д А

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

№ 4

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИДУАТЬ ТРЕТИЙ

1

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

- Б. Н. Гиммельфарб.* Первые результаты систематических наблюдений солнечной короны вне затмений 3
А. П. Гринберг. Новые экспериментальные данные по вопросу о реальности нейтрино 10
Проф. В. Г. Бондарчук. Теория тектоорогении 18
Б. Я. Свешников. Новые экспериментальные данные о механизме фотосинтеза 29
В. Б. Сочава. О происхождении флоры северных полярных стран 45

Природные ресурсы СССР

- Акад. А. Е. Ферсман.* Ископаемые богатства Крыма 56
Проф. И. В. Палибин. Кипрей . . . 63

Новости науки

- Астрономия.* Вращение спиральных туманностей. — Комета Отерма 1943а. 65
Геология. Соляные конусы выноса. — Эоловое отложение «зернистого чернозёма» на снеговом покрове 67
Минералогия. Окристаллизованный флюорит в верхнепермских отложениях Татарии 69
Биофизика. Холодостойкость простейших 69
Биохимия. Физико-химическая природа вируса инфлюэнцы. — Значение олигоэлемента ванадия для плесневого грибка *Aspergillus niger* 70
Физиология. Интравенное кормление человека 70

CONTENTS

Pag

- B. N. Himmelfarb.* The First Results of the Systematical Observations of the Corona outside the Eclipse 3
A. P. Grinberg. New Experimental Data Concerning the Reality of Neutrino 10
Prof. V. G. Bondartshuck. Theory of Tectoorogeny 18
B. J. Sveshnikov. New Experimental Data on the Mechanism of Photosynthesis 29
V. B. Solshava. On the Origin of the Flora of Northern Polar Countries 45

Natural Resources of the USSR

- A. E. Fersman,* member of the USSR Acad. of Sci. The Crimea Geological Resources 56
Prof. I. V. Palybin. Willow herb (*Epilobium*) 63

Science News

- Astronomy.* Rotation of the Spiral Nebulae. — Oterman's Comet 1943a. . . 65
Geology. Salt cones. — Aeolian Deposit of «Granular Chernozem» on the Snow Surface 67
Mineralogy. Crystallized Fluorite in the Upper Permian Sequences of Tataria 68
Biophysics. Coldresistance of Protozoa 69
Biochemistry. Physical and Chemical Features of the Virus of Influenza. — The Significance of Oligo-Element Vanadium for *Aspergillus niger* 70
Physiology. Intravenous Feeding of Man 70

Микробиология. Новое о токсине столбняка	71	Microbiology. New Data on the Tetanus Toxin	71
Медицина. Антималарийная иммунизация птиц. — Причины артериосклероза	72	Medicine. Antimalarial Immunization of Birds — Causes of Arteriosclerosis	72
Ботаника. Об использовании нагорных дубрав в качестве ранневесеннего пастбища	73	Botany. On the Use of Mountain Forests as Early Spring Pasture	73
Зоология. Интродукция сазана в Западную Сибирь	74	Zoology. On the Introduction of Carp (<i>Cyprinus carpio</i>) in Western Siberia	74

История и философия естествознания

Проф. В. Г. Александров. Растениеводческие и растениеведческие проблемы две тысячи лет тому назад (по дидактической поэме Вергилия „Георгики“)	77
--	----

History and Philosophy of Natural Science

Prof. V. G. Alexandrov. Problems of Plant Growing and Plant Science two Thousands Years ago (according to Virgil's Georgic)	77
---	----

Научные съезды и конференции

А. И. Воронцов. Совещание по биологическому методу борьбы с вредителями леса	82
--	----

Scientific Congresses and Conferences

A. I. Vorontzov. Conference on the Biological Methods of Combating Forest Blight	82
--	----

Юбилей и даты

Г. А. Колосов. Значение Петербургско-Ленинградского университета для русской медицины (по поводу 125-летия университета)	85
А. Г. Марланд. Элиас Фриз (1794—1878)	89

Jubilees and Dates

G. A. Kolosov. The Significance of Leningrad (late Petrograd) University for Russian Medicine (on the occasion of the 125th anniversary of University)	85
A. G. Marland. Elias Fries (1794—1878)	89

Потери науки

Чл.-корр. АН СССР Л. С. Берг. Памяти проф. В. К. Солдатова	92
Чл.-корр. АН СССР Н. Н. Яковлев. Памяти проф. А. Н. Рябинина	93

Obituary

L. S. Berg. Corr. memb. of the Acad. of Sci. Memorial of Prof. V. K. Soldatov	92
N. N. Yakovlev, Corr. memb. of the Acad. of Sci. Memorial of Prof. A. N. Riabinin	93

Varia 94

Varia 94

Председатель редакционной коллегии академик С. И. Вавилов

Ответственный редактор проф. В. П. Савич

Члены редакционной коллегии:

Акад. А. И. Абрикосов (отд. медицины), акад. А. Е. Арбузов и акад. В. Г. Хлопин (отд. химии), акад. С. Н. Бернштейн (отд. математики), акад. С. И. Вавилов (отд. физики и астрономии), акад. А. М. Деборин (отд. истории и философии естествознания), член-корр. Б. Л. Исаченко (отд. микробиологии), акад. Б. А. Келлер, акад. В. Л. Комаров и проф. В. П. Савич (отд. ботаники), акад. В. А. Обручев и проф. С. В. Обручев (отд. геологии), акад. Л. А. Орбели (отд. физиологии), акад. Е. Н. Павловский (отд. зоологии и паразитологии), акад. А. М. Терпигорев (отд. техники), акад. А. Е. Ферсман (отд. минералогии и природных ресурсов), акад. И. И. Шмальгаузен (отд. общей биологии), проф. М. С. Эйгенсон (отд. астрономии).

Ответственный секретарь редакции канд. б. н. В. С. Лехнович

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ ВНЕ ЗАТМЕНИЙ

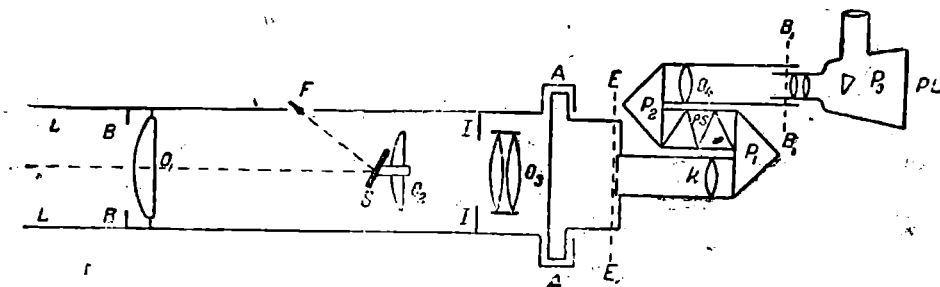
Б. Н. ГИММЕЛЬФАРБ

1. До недавнего времени наши знания о солнечной короне базировались исключительно на данных, полученных в короткие минуты полных затмений Солнца. Основным препятствием для внезатменных наблюдений солнечной короны является малая интенсивность её излучения по сравнению с рассеянным солнечным светом. Препятствие это казалось многим астрономам вообще непреодолимым при помощи известных ныне средств. И лишь 15 лет назад астроному Медонской обсерватории (Франция) Лио (Lyot) удалось впервые наблюдать корону Солнца при полном солнечном освещении. Наблюдения производились на горной вершине Пик-дю-Миди в Пиренеях (высота 2900 м) при помощи специально сконструированного прибора с оптикой из безукоризненного по качеству стекла и различными приспособлениями, служащими для устранения рассеянного света. Обзор работ Лио был уже дан на страницах нашего журнала в статье В. П. Вязаницына [1], к которой мы и отсылаем читателей, интересующихся технической стороной дела.

В самые последние годы значительные успехи в области внезатменных наблюдений короны были достиг-

нуты астрономом Цюрихской обсерватории в Швейцарии М. Вальдмайером (M. Waldmeier).

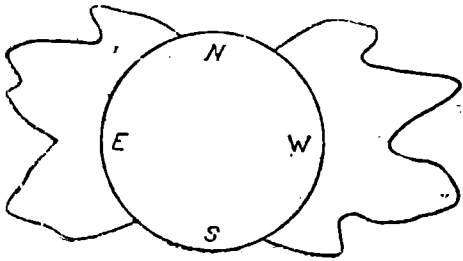
Технику наблюдений Вальдмайер усвоил у Лио, которым было произведено и испытание объектива, предназначенного для внезатменных наблюдений короны. Прибор был установлен Вальдмайером на горе Ароза в Швейцарии (высота 2050 м над ур. м.), где атмосферные условия достаточно благоприятны для систематических корональных наблюдений. Устройство коронографа (фиг. 1) обеспечивает устранение света, рассеянного деталями инструмента. Объектив O_1 , простая плосковыпуклая линза из боросиликатного стекла, защищён диафрагмой B и пылеулавливающей трубкой L . В фокальной плоскости объектива помещается наклонённое плоское зеркальце S , которое отражает свет солнечной фотосферы и устраняет его из трубы через окошко F . Свет, попавший в трубу вследствие дифракции у краёв диафрагмы B , задерживается ирисовой диафрагмой I , на плоскость которой падает изображение объектива O_1 , полученное при помощи линзы O_2 . За диафрагмой I помещается ахроматический объектив O_3 , который проектирует



Фиг. 1. Схема коронографа со спектрографом.

первичное фокальное изображение в масштабе 1:1 на плоскость *E*. Адаптер *A* служит для включения визуальных окуляров и различных дополнительных приборов: спектральных, фотографических и т. п.

При яркости неба, не превышающей $2 \cdot 10^{-4}$ яркости Солнца (что не составляет редких условий в высокогорных местностях), описанная установка по-



Фиг. 2. Примерный «контур» солнечной короны по наблюдениям вне затмения (4 III 1939).

зволяет, при применении светофильтра, непосредственно наблюдать протуберанцы средней яркости, а также наблюдать спектроскопически зелёную корональную линию.¹ При особо благоприятных атмосферных условиях внутренняя корона видна непосредственно, т. е. и без спектроскопа, со многими и тонкими подробностями, и может быть сфотографирована.

2. Первое сообщение Вальдмайера о внезатменных наблюдениях солнечной короны, начатых им в конце 1938 г., содержит статистические выводы о распределении интенсивности яркой зелёной линии короны вдоль солнечного края [2]. Щель спектроскопа ставится перпендикулярно к краю Солнца, и интенсивность зелёной корональной линии на расстоянии $40''$ от солнечного края оценивается по 50-балльной шкале. Подобные оценки производятся через каждые 5° позиционного угла, и результаты нано-

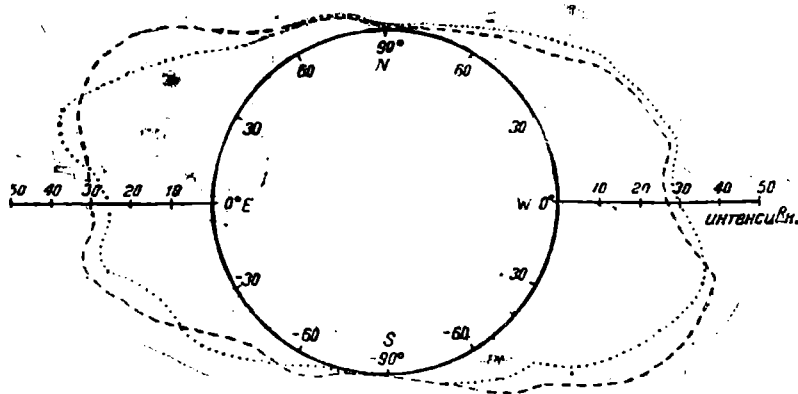
сятся на полярную диаграмму. Получается «контур» короны, изображающий общий характер её структуры в монохроматическом свете данной спектральной линии (фиг. 2). На контуре короны выступают в форме лучей те места, где интенсивность корональной линии имеет максимум. Это соответствует действительности, так как в местах максимальной интенсивности спектральная линия видима до больших расстояний от солнечного края (до 0,4 радиуса Солнца у наиболее ярких лучей).

Нормальная структура короны в монохроматическом свете зелёной корональной линии (длина волны 5303 \AA) представлена четырьмя главными лучами над зоной пятнообразования (по 2 луча в каждом западном и восточном полушарии); на экваторе интенсивность линии мала, а в полярных областях исчезает почти совершенно. Ширина полярной зоны, в которой корональная линия не видна на расстоянии $30''$ от солнечного края, колеблется от 34 до 98° .

При этом попеременно оказываются шире то южная, то северная полярная зоны. Подобная асимметрия активности солнечных полушарий сохраняется в течение недели и даже больше.

В частности ход интенсивности корональной линии вдоль солнечного края подвержен большим неправильностям. На отдельных контурах наблюдаются значительные различия между восточной и западной или северной и южной сторонами солнечного края. Эти различия исчезают при усреднении наблюдений за некоторый промежуток времени. Средние контуры (фиг. 3) показывают довольно равномерное распределение интенсивности в четырёх квадрантах. Ось симметрии усреднённых контуров совпадает в границах погрешностей наблюдений с осью вращения Солнца, т. е. не обнаруживает ориентировки по магнитному полю. В то время как изофоты (линии равной яркости) внутренней короны в её полном изучении близки к окружностям, изофоты линейчатого излучения значительно более сжаты и имеют более неправильные очертания.

¹ Внутренняя корона имеет непрерывный спектр, на фоне которого выступают светлые эмиссионные линии. Наибольшей яркостью отличается зелёная корональная линия с длиной волны в 5303 \AA . До последнего времени происхождение ярких корональных линий оставалось загадочным. В 1941 г. Гротриач и Эдлен показали, что эти линии соответствуют запрещённым переходам у высокоионизированных атомов железа, титана и кальция.



Фиг. 3. Средний контур короны в монохроматическом свете линий: 5303 Å---и 6374.....

К такому же результату приводит исследование распределения вдоль солнечного края интенсивности красной корональной линии (длина волны 6374 Å). Различия в поведении красной и зелёной линий, часто весьма значительные у индивидуальных контуров, исчезают при усреднении. Отсюда Вальдмайер заключает, что эти различия не имеют систематического характера, но скорее случайны. Средние интенсивности зелёной (более яркой) и красной корональных линий пропорциональны друг другу. В общем, однако, красная линия видна до более высоких гелиографических широт, чем зелёная.

3. До сих пор речь шла о распределении вдоль солнечного края интенсивности эмиссионных линий внутренней короны, отвлекаясь от отдельных флуктуаций этой интенсивности. Как мы видели, подобные флуктуации яркости связаны с корональными лучами. Однако следует иметь в виду, что лучи, выступающие на «контурах» короны, отличаются от корональных лучей, которые известны по снимкам, полученным во время полных солнечных затмений. Последние принадлежат к внешней короне и видны в полном (интегральном) излучении; первые же принадлежат ко внутренней короне и видны в монохроматическом свете данной корональной линии.

Корональные лучи, наблюдаемые в свете зелёной линии, оказываются в достаточной степени независимыми от лучей, наблюдаемых в свете красной

линии. Общее количество зарегистрированных тех и других лучей примерно одинаково, но только около 25% всех корональных лучей — одновременно красные и зелёные лучи, остальные же 75% представляют собою наполовину чисто красные или чисто зелёные лучи. Вальдмайер указывает на то, что, когда выяснится механизм возникновения корональных лучей, можно будет из отношения интенсивностей обеих спектральных линий извлечь далеко идущие заключения о физическом состоянии в различных частях короны.

Внешний вид монохроматических изображений короны в свете красной и зелёной корональных линий оказывается различным: индивидуальные лучи резче отделены друг от друга и неровности строения более чётко выражены в свете красной линии, чем в зелёной.

Все различия между поведением красной и зелёной эмиссионных линий короны исчезают, если явления исследовать статистически. Распределение корональных лучей по гелиографической широте — одно и то же для зелёных и красных лучей. Это распределение имеет два максимума. Главный максимум корональных лучей совпадает с зоной пятнообразования и показывает циклическое смещение, подобное смещению средних широт солнечных пятен (так называемый закон Шперера). Второй, более высокоширотный максимум не обнаруживает связи с пятнами или протуберанцами.

Он не показывает и заметного циклического смещения. Ближе всего, по мнению Вальдмайера, широтное распределение корональных лучей с распределением факелов, у которых тоже существует высокоширотная зона, не показывающая надёжной зависимости от фазы 11-летнего цикла. Последнее утверждение спорно.

Падение яркости вдоль корональных лучей оказывается значительно больше, чем средний радиальный градиент яркости для сплошного излучения короны. Это обстоятельство связано с различным поведением интенсивности излучения вдоль солнечного края в разных слоях короны. Во внутреннем слое (до расстояния $3'$ от солнечного края) наблюдается значительная вариация интенсивности в зависимости от позиционного угла (установлено только для линейчатого излучения, так как на затменных снимках внутренний слой короны обычно или закрыт краем лунного диска, или передержан, а потому не поддаётся фотометрированию). В среднем слое (высота от 3 до $9'$) интенсивность как линейчатого, так и сплошного излучения слабо зависит от позиционного угла. То и другое излучение пропорциональны друг другу, а изофоты эллиптичны. Наконец, выше $9'$ над солнечным краем (внешняя корона) яркие линии излучения исчезают, но зато появляются тёмные фраунгоферовы линии.

У отдельных лучей наблюдаются значительные отклонения от типичного закона падения яркости, — вплоть до роста интенсивности с удалением от солнечного края.

4. Особого внимания, по мнению Вальдмайера, заслуживают участки с аномально высокой интенсивностью зелёной корональной линии. Эти области повышенного монохроматического излучения внутренней короны выступают только в зоне пятнообразования. Однако они лишь в виде исключения связаны с солнечными пятнами. Обычно фотосфера и хромосфера под ними мало возмущены. Наблюдения показывают, что интенсивность излучения в таких областях не претерпевает существенных изменений в течение нескольких часов, а в отдельных

случаях подобные области сохраняются более одного оборота Солнца.

Сопоставляя закономерности, обнаруживаемые областями ненормально высокой интенсивности коронального излучения, со свойствами очагов геомагнитной активности на Солнце,¹ Вальдмайер приходит к выводу, что «места повышенной линейчатой эмиссии короны — давно разыскиваемые источники солнечного корпускулярного излучения». В подтверждение этого своего заключения Вальдмайер приводит сопоставление геомагнитных явлений с некоторыми случаями наблюдения аномально высокой интенсивности зелёной корональной линии. Так, например, наибольшая в первом квартале 1939 г. магнитная буря 24 февраля, сопровождавшаяся ярким полярным сиянием, которое наблюдалось в Европе, совпадает по времени с прохождением через центральный меридиан Солнца области аномально высокой интенсивности корональной линии. При этом в центральной зоне Солнца были лишь незначительные пятна.

Моменты наблюдения областей повышенной интенсивности корональной линии совпадают с максимумами характеристических чисел геомагнитной активности (фиг. 4). Однако не для всех максимумов геомагнитной активности найдены соответствующие области короны. Это может объясняться неполнотой корональных наблюдений, пробелы в которых ещё весьма значительны.

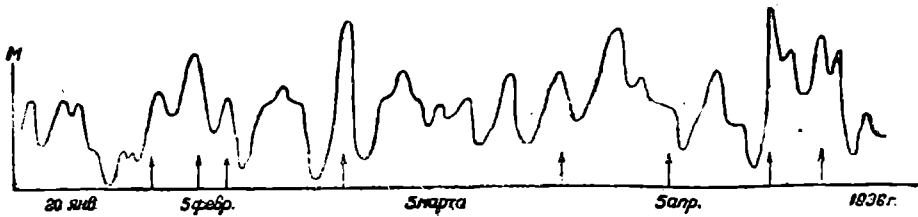
5. Вопрос о движениях в солнечной короне принадлежит ещё к наименее исследованным. В 1887 г. знаменитый русский астроном А. П. Ганский установил, что форма короны меняется от затмения к затмению в соответствии

¹ Закономерности эти состоят в том, что:

а) как участки с аномально высокой интенсивностью зелёной линии, так и очаги геомагнитной активности (так называемые «М-области» Бартельса) обнаруживают тесную связь с пятнообразовательной деятельностью Солнца;

б) в общем ни в тех, ни в других хромосфера и фотосфера не обнаруживают ненормальностей, хотя в отдельных случаях они сопровождаются большими активными группами пятен;

в) те и другие очень устойчивы, что приводит к 27-дневной повторяемости магнитных возмущений.



Фиг. 4. Геомагнитная активность (кривая хода потсдамских характеристических чисел) и моменты наблюдения областей ненормально высокой интенсивности зелёной линии короны (отмечены стрелками на оси времени).

с 11-летним циклом солнечной деятельности. В годы максимума корона окружает диск Солнца более или менее равномерно. В годы минимума она вытягивается вдоль солнечного экватора.

Систематические наблюдения короны вне затмений в настоящее время ещё далеко не охватывают полного 11-летнего цикла. Но даже первые $1\frac{1}{2}$ года более или менее регулярных наблюдений короны дают уже возможность констатировать влияние 11-летней цикличности. Что касается быстропротекающих изменений структурных деталей короны, то скорость их, повидимому, недостаточна, чтобы они могли быть надёжно обнаружены во время полного солнечного затмения. Полученные до сих пор разрозненные данные во всяком случае не дают ясной картины изменений корональных форм, а также скоростей и закономерностей протекания таких изменений.

Изменения формы короны, исследуемые по «контурам», состоят в появлении и исчезновении корональных лучей. Подобные вариации от дня ко дню только частично реальны и частично обусловлены вращением Солнца и его короны. Напротив, изменения в продолжение одного дня — по большей части реальны. Продолжительность жизни корональных лучей колеблется от одного часа до нескольких недель и в среднем заключается между одними и двумя сутками. Недолговечные лучи малы, но встречаются часто; долговечные велики и малочисленны. Таким образом, в отношении корональных лучей подтверждается общность закона, установленного ранее проф. М. С. Эйгенсоном для всех остальных солнечных образований [3]: величина данной ха-

рактеристики солнечных явлений встречается тем реже, чем больше её числовое значение.

Как и у других солнечных образований, развитие корональных лучей протекает скорее, чем их распадение (время роста примерно в 3 раза короче времени рассасывания).

При наблюдениях через расширенную и поставленную касательно к краю Солнца щель спектроскопа (подобно тому, как наблюдаются протуберанцы вне солнечных затмений) внутренняя корона показывает тонкую лучистую структуру. Однако многочисленные нежные подробности исчезают при малейшем помутнении воздуха. Структура внутренней короны напоминает совокупность протуберанцев, но распределение излучения в корональных линиях и в линиях спектра протуберанцев совершенно различно. Спектры короны и протуберанцев налагаются один на другой независимо друг от друга.

Однажды наблюдались две корональные дуги, очень похожие на дуги поднимающихся протуберанцев. Вершины дуг удалялись от Солнца с постоянной скоростью около 10 км/сек. Подобная скорость вполне согласуется с тем фактом, что корональные линии не обнаруживают заметного доплеровского смещения (небольшой эффект Доплера, выраженный в несимметричности линий и соответствующий скорости по лучу зрения около 4 км/сек., наблюдается в линии 5303 Å довольно часто). Качественно движения в короне очень напоминают поднимающиеся протуберанцы, но скорости корональных движений значительно меньше. Скорости протуберанцев порядка 50—100 км/сек.; по-

этому в спектре их часто наблюдается значительный эффект Доплера.

6. Ряд последовательных контуров солнечной короны может быть объединён в синоптическую карту, которая представляет распределение интенсивности корональных линий по поверхности Солнца в течение одного солнечного оборота. Подобные карты ясно показывают зональную структуру короны. Главная зона линейчатого излучения короны совпадает с зоной пятнообразования и подобно последней подвержена циклическому смещению. Гелиографическая широта максимума интенсивности за два с лишним года (от начала 1939 г. до конца апреля 1941 г.) уменьшилась от 15 до 10°. Побочная зона лежит около 63° гелиографической широты и не обнаруживает заметного смещения с течением времени. Так что корона, подобно всем остальным солнечным явлениям, подчинена зональному распределению и не представляет в этом отношении исключения.

Синоптические карты короны, построенные по наблюдениям в красной и в зелёной корональных линиях, в общих чертах соответствуют друг другу. Подобное соответствие распределения свидетельствует о пропорциональности интенсивностей этих двух линий. Но в отдельных случаях наблюдаются значительные отклонения от пропорциональности. Такие отклонения указывают области, в которых варьируют условия возбуждения коронального излучения.

При сравнении синоптических карт короны с подобными картами фотосферы и хромосферы следует иметь в виду, что корона видна только у краёв Солнца, в то время как фотосферные и хромосферные образования наблюдаются на самом солнечном диске (последние при помощи спектрогелиоскопа или спектрогелиографа).

Поэтому детали, которые совпадают на тех и других картах, наблюдались фактически в различные моменты времени. Сопоставление карт показывает, что существует тесная статистическая связь между фотосферными и корональными возмущениями; полного же соответствия между отдельными явлениями в разных оболочках Солнца

нет. Области максимальной интенсивности в главной зоне коронального излучения совпадают с факельными полями, в особенности с теми из них, которые содержат пятна или яркие флоккулы. Напротив, не заметна связь между интенсивностью корональных линий и протуберанцами (тёмными волокнами).

Высокоширотные максимумы интенсивности корональных линий, соответствующие второй зоне солнечной короны, не обнаруживают никакой связи с фотосферными или хромосферными явлениями.

7. Для сопоставления наблюдательных данных о короне, полученных во время полных солнечных затмений и помимо затмений, особый интерес представляют внезатменные наблюдения, произведённые в тот день, когда наблюдалось и полное солнечное затмение. Только сопоставление затменных и внезатменных наблюдений может дать одновременную картину процессов, происходящих в разных ярусах солнечных оболочек. До сего времени сплошное излучение солнечной короны наблюдается только во время полных затмений Солнца. Напротив, линейчатое излучение внутренней короны удобнее наблюдать вне затмений.

В связи с изложенными соображениями, на горе Ароза были предприняты обстоятельные исследования солнечной короны во время полного солнечного затмения 21 сентября 1941 г., которое не было видно в Западной Европе. В день затмения, а также в предшествующие и последующие дни был снят ряд контуров короны в свете линий 5303 Å и 6374 Å. Интенсивность этих линий имела максимум над зоной пятнообразования в юго-западном квадранте солнечного диска. Были сняты граничные изофоты короны в зелёной линии (при касательно поставленной щели). Сильные вариации интенсивности линии, обнаруженные на расстоянии 40" от солнечного края, не заметны на граничных изофотах (среднее расстояние от края 3'). Радиальное падение яркости короны в линии 5303 Å оказалось большим, чем средний градиент, по-

лученный по данным затмений, и оно особенно велико в тех местах, где интенсивность линии имеет максимум (т. е. у «лучей»). Фотосферные возмущения вблизи краёв диска были в день затмения слабы и, как показали спектрокороноскопические наблюдения, не отразились на структуре короны. Наконец, была снята спектрокорнограмма, т. е. фотография последовательного ряда монохроматических полосок, вырезаемых из внутренней короны щелью спектроскопа.

Сравнение данных Вальдмайера с результатами наблюдений полного солнечного затмения 21 сентября 1941 г. было недавно произведено советским астрономом Е. Я. Бугославской. В частности, не подтвердился предварительный вывод Вальдмайера о том, что эллиптичность изофот общего излучения короны меньше, чем эллиптичность изофот монохроматического излучения. Сжатие тех и других изофот оказалось почти одинаковым.

Успехи, достигнутые М. Вальдмайером в области внезатменных наблюдений солнечной короны, несомненно знаменуют новый важный этап в исследованиях Солнца. Только включение в регулярную Службу Солнца систематических наблюдений солнечной короны вне затмений приведёт в более или менее близком будущем к ликвидации той диспропорции, которая существует между нашими знаниями о нижних слоях солнечной атмосферы и о внешней его оболочке. Весьма вероятно, что регулярная Служба короны вне затмений приобретёт выдающееся значение и для геофизики.

Литература

- [1] В. П. Вязаницин. Природа, 25, № 2, 1936. — [2] M. Waldmeier. Ряд статей в: Zeitschrift für Astrophysik. 19—21, за годы 1939—1942.—[3] М. С. Эйгенсон. Доклады АН СССР, XXVIII, 6, 1940.

НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВОПРОСУ О РЕАЛЬНОСТИ НЕЙТРИНО

А. П. ГРИНБЕРГ

Множество самых разнообразных, иногда весьма остроумных гипотез было в своё время предложено физиками для объяснения «загадки β -распада», т. е. того факта, что электроны, вылетающие при β -распаде из одинаковых ядер, обладают неодинаковой энергией. Все эти гипотезы одна за другой быстро отжили свой век, оказавшись несостоятельными в свете полученных в дальнейшем экспериментальных данных. Лишь одно предположение сохранило всё своё значение до сих пор и является в настоящее время общепризнанным в качестве удовлетворительного объяснения указанной выше особенности β -распада. Это — предположение Паули о том, что при этом типе радиоактивного превращения из ядра одновременно с электроном вылетает ещё одна частица, электрически нейтральная и обладающая очень малой массой (по сравнению с массой протона), — частица, которую Паули назвал нейтрино. Энергия, выделяющаяся при β -распаде ядер данного сорта, в каждом акте распада по-разному распределяется между электроном и нейтрино, и следствием этого является «непрерывный спектр энергии» β -частиц.

До самого последнего времени мы, однако, не могли сказать, что в отличие от остальных гипотез о β -распаде гипотеза Паули подтвердилась на опыте. Правда, никто до сих пор не доказал, что нейтрино не существует, но никто не доказал и обратного, и нейтрино неизменно считалось гипотетической частицей. Причины, в силу которых такое своеобразное состояние вопроса имело место в течение многих лет, заключаются в том, что современные средства исследования не дают возможности обнаружить частицу, не обладающую зарядом и отли-

чающуюся очень малой массой. Между тем, отсутствие электрического заряда и малость массы — это как раз те свойства, которые необходимо приписать нейтрино, если мы желаем с помощью гипотезы о нейтрино объяснить особенности β -распада. Кроме того, те же соображения предписывают ещё одно свойство нейтрино: эта частица должна обладать спином (т. е. механическим угловым моментом количества движения), равным $\frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2\pi}$ (h — постоянная Планка). Не обладает ли в таком случае нейтрино также и магнитным моментом, связанным со спином, как это имеет место для всех других элементарных частиц — электрона, нейтрона и т. д.? Об этом свойстве нейтрино, в отличие от предыдущих, заранее сказать ничего нельзя, — это должен решить опыт. Не обладая зарядом, нейтрино не ионизует на своём пути атомы вещества, например газа. Но если у нейтрино есть магнитный момент, то связанное с ним магнитное поле должно действовать на электронные оболочки атомов, и, стало быть, нейтрино, пролетая сквозь вещество, должно ионизовать его атомы.

Первые экспериментальные работы, поставившие своей целью открыть нейтрино, как раз и представляли собою попытки измерить ионизацию газа, вызываемую нейтрино. Это — работы Чэдвика и Ли [1] и Намиаса [2], относящиеся к 1934 г. Результаты этих работ в сочетании с теоретическим расчётом Бете показали, что если нейтрино и обладает магнитным моментом, то величина последнего не превышает 1/7000 магнетона Бора; по всей вероятности нейтрино вовсе не имеет магнитного момента. Это делает безнадёжными попытки обнару-

жить нейтрино в свободном состоянии по эффекту ионизации вещества.

Существует ещё один вид взаимодействия нейтрино с веществом, который можно с достоверностью предсказать: должен быть возможен «обратный β -процесс», т. е. захват нейтрино ядром с одновременным испусканием электрона или позитрона. Однако вероятность такого процесса ничтожно мала: расчёт показывает, что нейтрино должно пройти в твёрдом теле в среднем 10^{16} км, прежде чем оно будет захвачено ядром!

Таким образом, приходится с сожалением заключить: если не будут открыты какие-либо особые свойства нейтрино, какой-нибудь особый вид взаимодействия нейтрино с веществом, или же если технический арсенал физики не обогатится совершенно новыми методами, которые позволили бы наблюдать и обнаруживать частицы малой массы, не несущие заряда, то нет никаких надежд на то, что удастся обнаружить нейтрино в свободном состоянии.

Однако если состояние вопроса о прямом экспериментальном доказательстве реальности нейтрино оказывается весьма неутешительным, то для достаточно убедительного косвенного доказательства путь остается открытым. Путь этот, повидимому единственный, заключается в исследовании начальной точки траектории нейтрино: мы не имеем средств для обнаружения нейтрино «в полёте», но мы можем попытаться найти эффект, который эта частица должна вызывать в момент вылета из ядра. Речь идет о так называемой отдаче: когда из ядра вылетает быстрая частица, ядро получает толчок в противоположном направлении, оно приобретает известную скорость и будет быстро двигаться, пока не растратит полученной им энергии на столкновения с другими частицами. Такое «ядро отдачи» вполне доступно современным методам наблюдения, и таким образом появляется возможность экспериментально «нащупать» нейтрино. Разумеется, самый факт возникновения ядер отдачи при β -распаде ещё ничего не говорит о нейтрино: если нейтрино и не существует, следовательно, испускание электро-

на при β -распаде не сопровождается испусканием нейтрино, ядро отдачи, независимо от этого, безусловно должно наблюдаться, поскольку из ядра вылетает быстрая частица — электрон. Однако энергия ядер отдачи будет зависеть от того, вылетел ли из ядра только электрон, или одновременно с ним вылетело и нейтрино, а также от угла между траекториями этих двух частиц. Очевидно, что, если бы экспериментатор имел возможность для отдельных актов β -распада измерить энергию β -частицы, энергию ядра отдачи и угол между траекториями их движения в начальный момент, он мог бы сразу сказать, соблюдается ли в этой системе частиц (ядро и β -электрон) закон сохранения импульса, или же приходится признать, что в процессе участвует ещё один партнёр, берущий на себя определённый импульс.

Для исследования такого рода наиболее подходящим инструментом, казалось бы, является камера Вильсона. К сожалению, однако, треки ядер отдачи в камере Вильсона наблюдать невозможно; энергия ядер отдачи слишком мала (обычно порядка 50—100 eV); пробег их даже в разреженном газе камеры чрезвычайно мал, так что длина трека ядра отдачи составляет малые доли миллиметра. Поэтому в опытах с камерой Вильсона, которые были поставлены Крейном и Халперном [3] в 1938 г. в связи с вопросом о нейтрино, можно было только с помощью весьма кропотливой и ненадёжной методики оценить энергию ядра отдачи, но не судить о направлении его импульса. Тем не менее, если бы этот метод давал точные значения энергии ядер отдачи, то и эти неполные данные об элементарных актах β -распада были бы достаточны для существенных заключений относительно нейтрино. Сопоставляя для ряда отдельных актов β -распада величину энергии ядра отдачи с величиной импульса соответствующей β -частицы, можно было бы установить: необходимо ли предполагать участие третьей частицы, чтобы был соблюден как закон сохранения энергии, так и закон сохранения импульса. Однако, как мы уже сказали, метод Крейна и

Халперна даёт лишь весьма грубые и сомнительные значения энергии ядер отдачи.

Наконец, можно исследовать ядра отдачи при β -распаде еще иным способом. В работе А. И. Лейпунского [4], примечательной во многих отношениях, но, к сожалению, слишком краткой и незавершённой, автор еще в 1936 г. пытался определить энергетическое распределение ядер отдачи, возникающих при β^+ -распаде радиоуглерода, C^{11} , измеряя их энергию с помощью метода задерживающего поля (о котором мы подробнее скажем ниже), а самые ядра отдачи регистрируя, через посредство эмитирующей вторичные электроны поверхности, с помощью счётчика Гейгера. Сравняя распределение ядер отдачи по энергиям, измеренное на опыте, с распределением β -частиц, также известным экспериментально, можно (правда, с малой степенью определённости) судить о том, испускается ли при β -распаде нейтрино.

Экспериментальные трудности, очень несовершенная методика и недостаточная определённость получаемых таким образом данных об ядрах отдачи при β -распаде послужили причиной того, что результаты указанных немногочисленных работ этого типа можно резюмировать лишь весьма скромным заключением: получены некоторые данные, которые говорят скорее в пользу гипотезы об испускании нейтрино при β -распаде, чем против неё.¹

В ядерной физике, однако, сравнительно недавно (в 1938 г.) было открыто явление, которое предоставляет экспериментатору гораздо большие удобства для исследования ядер отдачи и построения выводов о существовании нейтрино, чем явление β -распада. Это — так называемый K -захват, один из типов радиоактивного распада, который осуществляется следующим образом: неустойчивое ядро атома захватывает орбитальный электрон из K -слоя окружающей это ядро элек-

тронной оболочки и таким образом превращается в ядро с атомным номером на единицу меньше [5]. При теоретическом рассмотрении этого явления приходится, как и в случае β -распада, предположить участие нейтрино, а именно — испускание нейтрино ядром в момент захвата K -электрона. В виде своей кинетической энергии нейтрино уносит ту разность энергий, которая освобождается при таком процессе радиоактивного превращения ядра. Очевидно, что при K -распаде, в отличие от β -распада, все нейтрино должны быть монокинетичны, т. е. они должны обладать одинаковой энергией: ведь здесь нет электрона, вылетающего из ядра одновременно с нейтрино, и, следовательно, всю энергию распада в каждом акте получает лишь одна частица — нейтрино. Очевидно также, что если ядра при K -распаде действительно испускают нейтрино, то при каждом таком распаде должны возникать ядра отдачи, причём энергии всех ядер отдачи данного K -активного вещества должны быть одинаковыми. Так как ядро в этом типе распада не испускает никаких других частиц, кроме нейтрино, нам достаточно измерить энергию ядра отдачи чтобы судить об энергии нейтринс и, сопоставив эти данные с расчётными, построенными на основании гипотезы о нейтрино, убедиться в том получается ли согласие с этой гипотезой.

Идея об использовании явления K -захвата для исследований, связанных с вопросом о существовании нейтрино, была предложена А. И. Алихановым и А. И. Алиханьяном в 1938 г. очень скоро после того, как окончательно была экспериментально доказана возможность радиоактивных превращений путём K -захвата. Алиханов и Алиханьян предполагали в своих экспериментах использовать K -активный Be^7 , который в силу ряда особенностей действительно представляет собой чрезвычайно удачное вещество для экспериментов такого рода.

Некоторые экспериментальные работы, посвящённые исследованию отдачи ядер при K -захвате, были выполнены Альваресом и др. в 1941 г. [6] но они носили характер предвари-

¹ Более подробное изложение вопроса читатель найдёт в моей статье, которая будет вскоре опубликована в журнале «Успехи физической наук».

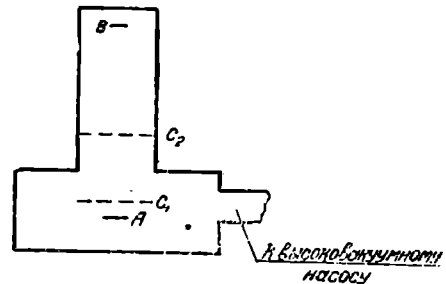
тельных опытов и не дали решающих результатов.

Недавно появившаяся работа американского физика Джемса Аллена^[7] представляет собой первое подробное исследование ядер отдачи, возникающих при K -распаде, и впервые экспериментально даёт несомненно положительный ответ на вопрос о существовании нейтрино.

Аллен исследовал ядра отдачи K -активного Be^7 , уже упоминавшегося нами как весьма удачный объект для подобной работы. Период полураспада этого вещества равен 43 дням. Радиоактивный распад его проявляется только в испускании γ -квантов с энергией 485 KeV. Известно, что эти γ -кванты испускаются лишь примерно в 10% всех актов распада Be^7 и соответствуют тем случаям, когда в результате K -захвата конечное ядро (Li^7) образуется в возбуждённом состоянии. В остальных 90% всех распадов переход происходит на основной уровень Li^7 , так что никакого излучения ядра Be^7 при распаде не дают, за исключением предполагаемого испускания нейтрино. С достаточной точностью известна, на основании данных о соответствующих ядерных реакциях, разность собственных энергий (масс) атомов Be^7 и Li^7 ; она составляет 0.87 ± 0.03 MeV. Такова, следовательно, предполагаемая кинетическая энергия нейтрино.

Схема опыта Аллена такова: некоторое количество Be^7 , нанесённое на поверхность металла, помещается в вакуумную камеру; в результате радиоактивного K -распада Be^7 возникают ядра отдачи (ядра лития), которые в силу полученного импульса срываются с поверхности металла, и часть из них может попасть на чувствительную поверхность специального счётчика ионов, расположенную вблизи от источника Be^7 . Отсчёты, даваемые счётчиком ионов, будут свидетельствовать о том, что некоторые атомы действительно срываются с поверхности источника. Однако для по-

ставленной цели недостаточно констатировать такой перенос ионов с поверхности источника к счётчику ионов. Надо ещё доказать, что этот перенос связан именно с отдачей, а не с какими-либо побочными причинами, какими могут быть, например, изменение сил поверхностной связи атома с металлической подложкой в момент K -распада и т. д. Этот пункт как раз



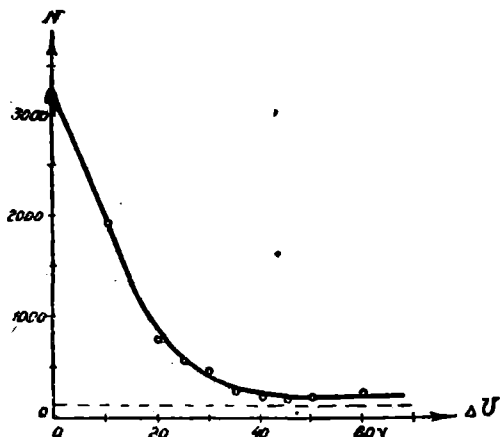
Фиг. 1. Схема устройства прибора Аллена. А — радиоактивный источник, В — первый электрод счётчика ионов.

и оставался невыясненным в тех предыдущих работах по ядрам отдачи при K -захвате, о которых мы упоминали выше. Между тем, способ проверки очевиден: надо измерить энергию ядер отдачи и посмотреть, сходится ли она с той величиной для энергии отдачи ядра, которую можно получить расчётным путём, считая, что из ядра вылетает нейтрино с заданной кинетической энергией.

Аллен осуществляет измерение энергии ядер отдачи с помощью давно известного чрезвычайно простого метода — метода «задерживающего поля». Напомним, что уже в работе А. И. Лейпунского для измерения энергии ядер отдачи был применён этот же метод. В приборе Аллена схема измерения энергии ядер отдачи такова. Между радиоактивным источником и счётчиком ионов расположены две медные сетки (C_1 и C_2 , фиг.1), причём одна из них, сетка C_1 , изолирована от корпуса и имеет отдельный вывод, тогда как другая имеет контакт с корпусом и вместе с последним заземляется. Положительно заряженные ионы отдачи, срываясь с поверхности источника, сначала попадают в ускоряющее электрическое поле, которое создаётся тем, что к сетке C_1 прикладывается потенциал U^1

¹ Так как каждое ядро окружено электронной оболочкой, точнее будет говорить не об ядрах отдачи, а об атомах или ионах отдачи.

(в 100—200 вольт), отрицательный по отношению к источнику А. Ионы, прошедшие сквозь первую сетку, попадают в задерживающее поле, созданное путём приложения к сетке S_2 некоторого варьируемого потенциала, положительного по отношению к S_1 и равного $U + \Delta U$. Сквозь сетку S_2 , таким образом, могут пройти



Фиг. 2. Показания счётчика ионов (за 5 минут) в зависимости от величины задерживающего потенциала. Пунктиром показан уровень фона.

дальше лишь те ионы, энергия которых (выраженная в электрон-вольтах) превышает величину задерживающего потенциала ΔU . Очевидно, таким способом можно определить максимальную энергию ионов отдачи. Пока энергия ионов больше, чем приложенное задерживающее поле, некоторая часть ионов проходит сквозь сетку S_2 , попадает снова в ускоряющее поле, которое создано между нею и счётчиком ионов, и отсчитывается счётчиком. Когда же задерживающее поле делается настолько большим, что величина его уже превышает максимальную энергию ионов отдачи, — отсчёты счётчика прекращаются: ни один ион не может пройти сквозь сетку S_2 . Сняв кривую зависимости числа ионов, приходящих к счётчику, от величины задерживающего потенциала, легко определить максимальную энергию ионов отдачи. Типичная кривая такого рода, полученная Алленом, приведена на фиг. 2. Из этой кривой видно, что максимальная энергия ионов отдачи составляет около 50 электрон-вольт. На первый взгляд может пока-

заться, будто вид кривой противоречит тому, что мы говорили выше, а именно: что при K -захвате все ядра отдачи должны иметь одну и ту же энергию, в соответствии с монокинетичностью нейтрино. Вид кривой, изображённой на фиг. 2, говорит о том, что ядра отдачи имеют разнообразные энергии, от нуля до максимальной энергии, равной приблизительно 50 eV. Однако противоречие здесь только кажущееся. Ядра отдачи действительно однородны по энергии, но они отличаются тем, что у них различна «нормальная слагающая» их скорости (если нормалью считать линию, соединяющую источник со счётчиком ионов), так как ионы отдачи покидают поверхность источника под различными углами к нормали. Кроме того, некоторые из ионов тормозятся молекулами газа, прилипающими к поверхности источника, что также приводит к появлению ионов, не обладающих полным количеством энергии отдачи.

Цифра максимальной энергии ионов отдачи, полученная Алленом, достаточно высока, чтобы сразу откинуть предположение о каких-либо побочных причинах срывания ионов с поверхности источника. Она хорошо совпадает с расчётной величиной, соответствующей гипотезе об испускании нейтрино при K -распаде Be^7 , и вполне обоснованным представляется заключение о том, что ионы, отсчитываемые счётчиком, срываются с поверхности источника действительно за счёт отдачи, возникающей при испускании нейтрино. Мы ещё скажем в дальнейшем о тех измерениях, которые сделал Аллен, чтобы получить возможно более точную величину энергии ядер отдачи. Теперь же мы несколько вернёмся назад, чтобы сделать некоторые замечания о деталях экспериментов Аллена.

Мы уже указывали, что энергия ядер отдачи сравнительно очень невелика, что ядра отдачи обладают поэтому ничтожным пробегом в веществе, ничтожной проникающей способностью. Отсюда ясно, что весьма существенным требованием к радиоактивному источнику в опытах подобного рода является то, что поверхность его не должна содержать ника-

ких посторонних веществ, чтобы ядра отдачи ничем не были прикрыты сверху и свободно могли срывать с поверхности металлической подложки, преодолевая лишь адсорбционные силы, удерживающие их на этой поверхности. В идеале нужно стремиться получить монокристаллический слой радиоактивного вещества на поверхности подложки. Далее, немаловажную роль играет выбор материала подложки. Существенно, чтобы атомы отдачи покидали поверхность источника именно в том виде, в каком это наиболее удобно для дальнейших измерений: в виде положительно заряженных ионов с единичным зарядом.

Удача опытов Аллена в значительной мере обусловлена тем, что ему удалось получить достаточно тонкий слой Be^7 на металле (хотя, как мы увидим, его источник был ещё далеко не идеальным). В качестве подкладки он использовал платину. Атомы лития, образующиеся из атомов бериллия в результате K -распада последнего, срываясь вследствие отдачи с поверхности платины, при этом ионизируются и покидают её в виде положительных ионов. Это происходит в силу того обстоятельства, что работа выхода электрона из платины больше, чем первый ионизационный потенциал лития. Поэтому электрон, «общий» для атома платины и прилипшего к нему атома лития, остаётся на платине, когда литий от неё отрывается.

Методика получения тонкослойного источника Be^7 в основном сводится к следующему. Фтористый литий облучается дейтонами на циклотроне. В результате реакции $Li^6(d, n)$ образуется K -активный Be^7 . Активированная соль наплавляется на платиновую ленточку, а затем испаряется в вакууме при температуре в $800^\circ C$. При этом всё неактивное вещество удаляется, тогда как почти весь радиоактивный бериллий остаётся на платине и внутри платины, куда он попадает благодаря диффузии. После этого платиновая ленточка подвергается кратковременному сильному нагреванию с помощью пропускания через неё настолько большого тока, что она в центре проплавляется. В результате получается достаточная поверхность

концентрация атомов радиоактивного Be^7 на платине. Кусочек такой ленточки приваривается к полоске тантала, и весь этот радиоактивный источник монтируется в вакуумной камере между двумя зажимами, через которые можно пропускать ток.

Вторая экспериментальная деталь, на которой следует остановиться, — счётчик ионов. Задача счёта сравнительно очень медленных ионов представляет собой далеко не простую проблему. В работе Лейпунского она была решена с помощью эффекта вторично-электронной эмиссии: ионы отдачи ускорялись электрическим полем, попадали на металлическую поверхность и выбивали из неё вторичные электроны, которые затем считались счётчиком Гейгера. Аналогичный метод, но в гораздо более совершенной форме, применён и Алленом. Последний в качестве счётчика ионов использует вторично-электронную трубку, разработанную им в 1939 г. и усовершенствованную (им же) в 1941 г. В трубке осуществляется чисто электростатическая фокусировка вторичных электронов; трубка содержит 11 электродов, покрытых окисью бериллия, и даёт общий коэффициент умножения $\sim 18\,000$. Умножитель присоединяется к ламповому усилителю, на выходе которого имеется электромагнитный нумератор, регистрирующий число импульсов. Специально проведенные опыты показали, что всё это счётное устройство отсчитывает практически каждый ион, попавший на первый электрод умножительной трубки.

Интересно, что Аллен сначала получил отрицательный результат: счётчик ионов не давал отсчётов даже при нулевом значении задерживающего потенциала, что свидетельствовало о том, что с поверхности источника никакие ионы не срываются. Однако достаточно было прогреть источник в течение нескольких минут до $1000^\circ C$, пропустив ток через танталовую полоску (а затем охладить до комнатной температуры), как начался интенсивный счёт ионов. Непосредственно после такой температурной обработки источника Аллен получал до 5000 отсчётов в минуту. С те-

чением времени интенсивность счёта ионов заметно падала; уменьшение её шло приблизительно по линейному закону, и начальная интенсивность падала вдвое за 40 минут. Повторный прогрев источника возвращал всё в исходное состояние, количество ионов отдачи возрастало до прежней величины. Эти эффекты получают совершенно естественное и правдоподобное объяснение: поверхность источника, несмотря на высокий вакуум в приборе (поддерживаемый трехступенчатым масляным диффузионным насосом), постепенно засоряется прилипающими молекулами газа, которые в конце концов образуют непроходимый для ионов отдачи слой. Прогрев танталовой полоски даёт обезгаживание поверхности источника, и тогда ионы отдачи свободно покидают её. Такого рода запираение ионов слоем газа лишней раз показывает, насколько чисты должны быть здесь условия эксперимента, чтобы можно было добиться положительного результата.

При помощи контрольных опытов Аллен показал, что истинная величина задерживающего потенциала несколько меньше, чем фактически приложенная разность потенциалов между сетками C_1 и C_2 , — по видимому, за счёт так называемого «провисания» сильного электрического поля (действующего между C_2 и счётчиком ионов) сквозь ячейки сетки C_2 . Если в данные, получаемые из кривой фиг. 2, внести соответствующие поправки (на торможение ионов в адсорбированном слое воздуха и на провисание поля), то получается, что максимальная энергия ионов отдачи равна примерно 42 eV . Это можно считать вполне удовлетворительным совпадением с величиной 58 eV , которая получается по расчёту для атома лития, если принять, что энергия нейтрино при K -распаде Be^7 равна 870 KeV , а масса покоя нейтрино равна нулю. Существующие теории β распада (Ферми, Конопинский и Уленбек) в сочетании с опытными данными о форме β -спектра приводят к утверждению, что масса покоя нейтрино может составлять не более 0.2 массы электрона. Если принять массу покоя нейтрино равной не

нулю, а $0.2 m$, расчёт даёт для энергии отдачи иона лития цифру 57 eV . Это показывает, что нужно было бы измерить максимальную энергию ионов отдачи с весьма большой точностью, чтобы получить возможность на основании этих данных судить о массе нейтрино. Результаты Аллена показывают, что дальнейшее уточнение измерений не легко и требует существенного усовершенствования методики. Расхождение его данных с теоретически ожидаемой величиной, хотя и не имеет принципиального значения и не умаляет ценности полученных результатов, доходит, как мы видели, до $15\text{--}16 \text{ eV}$. Причина этого расхождения, как полагает Аллен, отчасти лежит в том, что некоторую энергию ионы лития затрачивают на преодоление адсорбционных сил, удерживающих их на поверхности платины, а отчасти в том, что, по видимому, при прогреве источника всё же не достигается полное обезгаживание его поверхности, так что ионы несколько тормозятся адсорбированными молекулами газа. К этому необходимо добавить, что если внимательно проанализировать возможные траектории ионов отдачи при тех электрических полях и той геометрии опыта, какие имеют место в приборе Аллена, то становится очевидным, что граничное значение энергии ионов, попадающих в счётчик, не может быть определено с большой точностью. Это подтверждается характером кривой, приведенной на фиг. 2: как мы видим, она не переходит резко в линию, параллельную оси абсцисс; напротив, этот переход идёт очень плавно. Так как в действительности ионы отдачи при K -захвате должны быть монокинетическими, можно надеяться, что при применении более совершенного варианта метода задерживающего поля возможно будет получить гораздо более точное значение максимальной энергии ионов отдачи.

Укажем в заключение, что Аллен провёл ещё один контрольный эксперимент с целью доказать, что ионы отдачи, регистрируемые счётчиком, нельзя интерпретировать как ионы отдачи от γ -квантов, испускаемых

при K -распаде Be^7 . Как мы уже упоминали выше, эти γ -кванты испускаются всего примерно в 10% всех актов распада Be^7 и имеют энергию в 485 KeV. Как легко подсчитать, энергия отдачи, которую такой γ -квант в момент испускания сообщает атому лития, составляет всего 18.1 eV. Так как измеренная на опыте максимальная энергия ионов отдачи почти вдвое превышает эту величину, постановку указанных контрольных опытов в сущности можно считать излишним ригоризмом. Опыты заключались в попытке констатировать совпадения во времени, между вылетом γ -кванта и возникновением ядра отдачи. Для этой цели вблизи от источника, вне вакуумной камеры, помещался счётчик Гейгера-Мюллера, считавший γ -лучи бериллия, и с помощью хорошо известных радиотехнических методов регистрировались совпадения во времени импульсов в этом счётчике и импульсов в счётчике ионов. Результат получился полностью отрицательный — никаких совпадений такого рода не наблюдается.

Мы можем резюмировать результаты, полученные Алленом, следующим образом.

1. Ставя своей целью дать хотя и не прямое, но в настоящее время, повидимому, единственно возможное экспериментальное доказательство существования нейтрино, Аллен исследует явление отдачи ядер, которое должно иметь место при K -распаде, если последний сопровождается испусканием нейтрино. Для этой цели он берёт радиоактивный Be^7 , который распадается, испуская только γ -лучи и не испуская ни электронов, ни позитронов. Полученный многими исследователями ряд данных убедительно говорит за то, что Be^7 распадается путём K -захвата, превращаясь в Li^7 . Разность масс атомов $Be^7 - Li^7$, т. е. энергия, освобождающаяся в этом переходе, равна 0.87 ± 0.03 MeV. Предполагается, что эту энергию получает нейтрино. Без гипотезы о нейтрино пришлось бы допустить, что энергия

эта бесследно теряется и закон сохранения энергии не соблюдается.

2. Аллен констатировал в своих экспериментах, что при распаде Be^7 атомы срываются с поверхности металла, на которой они держались до распада, причём максимальная кинетическая энергия, которую они приобретают, достаточно хорошо совпадает с той энергией отдачи, какую должен получить атом лития при вылете из ядра некоторой частицы с энергией в 0.87 MeV и малой массой.

3. Если не делать каких-либо совершенно новых предположений относительно механизма, с помощью которого может быть унесена освобождающаяся при K -распаде атома Be^7 энергия в 0.87 MeV и с помощью которого ядро в этот момент испытывает отдачу, приобретая энергию приблизительно в 58 eV, мы должны заключить, что результаты опытов Аллена свидетельствуют о том, что при распаде Be^7 действительно испускается нейтрино.

Таким образом, не будет преувеличением, если мы, суммируя всё изложенное, скажем, что в прекрасно выполненной работе Аллена осуществлено экспериментальное открытие нейтрино. Отныне нейтрино — эта частица, которая в течение 11 лет не признавалась реально существующей и оставалась на положении гипотетической, — становится равноправным членом семьи элементарных частиц, наряду с нейтроном, позитроном, мезоном и другими. Дальнейшим исследованиям предстоит ещё ответить на вопрос: какова собственная масса нейтрино, отлична ли она от нуля?

Литература

- [1] J. Chadwick a. D. E. Lea, Proc. Camb. Phil. Soc., 30, 59, 1934. — [2] M. E. Nahmias, Proc. Camb. Phil. Soc., 31, 99, 1935. — [3] H. R. Crane a. J. Halpern, Phys. Rev., 53, 789, 1938; 56, 232, 1939. — [4] A. I. Leipunski, Proc. Camb. Phil. Soc., 32, 301, 1936. — [5] А. П. Гринберг, Природа, 1942, № 7—8, стр. 62; Успехи химии, 11, 141, 1942 (обзор и библиография). — [6] L. W. Alvarez, A. C. Helmholz a. B. T. Wright, Phys. Rev., 60, 160 (A), 1941; B. T. Wright, Dissert. (см.: E. P. Cooper, Phys. Rev., 61, 1, 1942). — [7] J. Allen, Phys. Rev., 61, 692, 1942.

ТЕОРИЯ ТЕКТОРОГЕНИИ¹

Проф. В. Г. БОНДАРЧУК

I. Структурно-геоморфологический анализ

Величественный лик Земли вырисовывается в гармоничном сочетании необозримых океанических пространств и прихотливо изрезанной суши, в суровых контурах сверкающих нetaющими снегами горных хребтов и блистающих пышными красками жизни равнин. Пространственное размещение главных структурных элементов земной коры подчинено строгому плану. Взаимоотношение их установилось на протяжении неограниченного времени исторического развития земного шара. Основным вопросом современной теоретической геологии является выяснение закономерностей пространственных изменений в структуре лика Земли, устанавливавшихся на протяжении её истории.

¹ В этой статье автор предлагает новую гипотезу геотектогенеза, основанную на вращении Земли и связанных с ним сплюснением у полюсов и вздутием у экватора, вызывающих волнообразные вздутия симпатического слоя, отражающиеся на сиалическом. Печатаю эту статью ввиду её интереса в дискуссионном порядке, редакции «Природы» должна отметить, что эта гипотеза, подобно большинству существующих гипотез, рассматривающих причины горообразования, не учитывает основного положения диалектического материализма, высказанного Энгельсом уже 70 лет тому назад в «Диалектике природы». Это положение говорит, что в каждом космическом теле происходит борьба сил притяжения и отталкивания, выражающаяся в виде сжатий и расширений тела. В солнечной системе и особенно на Земле со времени образования её твёрдой коры силы притяжения уже преобладают. Поэтому каждая гипотеза геотектогенеза должна принимать во внимание, что в процессах горообразования участвуют и силы расширения, кроме сил сжатия. Автор в гипотезе отводит сжатию Земли некоторую роль, но расширения не учитывает. Его гипотеза вообще должна быть отнесена к категории магматических. В её изложении имеются малоосвещённые стороны и спорные положения, которые должны вызвать критические замечания.

Прим. Ред.

Современное учение о геоструктурах (тектонике) ограничивается односторонним выяснением процессов дислокаций земной коры, «технологии орогении»; в нём преобладают схемы горообразования, причина которого усматривается в различных проявлениях динамики Земли. Для пояснения этих процессов нарисованы захватывающие картины миграции материков на поверхности Земли, пульсации земной коры под влиянием волн в подкорковом субстрате, возникновения расплавов, опусканий в связи с этим материков и т. п. Над всеми этими построениями поднимается грандиозный синтез Э. Зюсса, в котором лик Земли возникает в процессе её охлаждения.

Каждая идея в отдельности и все тектонические теории в целом освещают отдельные частности, быть может реально существующие явления отдельных сторон многогранной жизни Земли. Но, к сожалению, отношение этих явлений к действительности не всегда установлено. Взятые сами по себе эти явления, как и поясняющие их теории, пространственно не увязаны и не обоснованы во времени. В частности теряются общие закономерности. Обоснованными являются голоса, утверждающие, что современная геотектоника находится в тупике.

Общеприемлемой теорией геотектоники может быть только та теория, которая всю сумму известных в геологии фактов и пребывающих в противоречии частных сведений сведёт в единую систему, в которой определяются пути исторического развития структуры материальной системы Земли. Физические, в широком понимании, свойства Земли, выясненные в достаточной степени полно, определяют и пути познания этих свойств: в движении материальной системы развивается её форма, изменяется вещественный состав, в зависимости от них пребывают

структура и рельеф земной коры — тектоорогения.

В непрерывном движении уничтожаются одни и возникают другие структуры. Общий облик Земли составляется из частных, пребывающих на разных ступенях развития, от наиболее древних, отмирающих, до рождающихся в современных условиях. В географическом размещении их зафиксирован исторический путь развития земной коры. Эти частности представляют уже довольно обстоятельно изученные геологические формации и структуры, существенно отличающиеся в пределах платформенных и геосинклинальных образований, в равнинных и горных странах. Единство форм поверхности и структуры земной коры, при установленном возрасте и происхождении слагающих их формаций, представляет единственный геологический документ, могущий служить основанием современной геотектонической теории.

Путь к познанию механизма и исторического развития тектоорогении коры лежит через структурно-геоморфологический анализ.

Структурно-геоморфологический анализ сводится к установлению взаимоотношения и размещения разновозрастных океанических впадин и материков, а также равнин и горных хребтов, расположение которых подчинено, как увидим ниже, определенному структурному плану.

Общая картина эта в большей или меньшей степени затемняется вторичными или наложенными формами рельефа, возникающими в процессе разрушения первичных (структурных) неровностей экзогенными силами, определяющими детали геоморфологического ландшафта.

Структурно-геоморфологический анализ охватывает: 1) последовательное выяснение типа структуры и рельефа, орографии, возраста и истории развития, 2) сопоставление с обрушающимися структурными элементами и 3) заключение о динамических условиях образования структуры. Карта, отражающая перечисленные элементы, даёт полное представление о происхождении и истории геологиче-

ских особенностей данного ландшафта.

II. Общие черты структуры и рельефа коры

Общезвестные особенности формы Земли, определяющие её как тело, приближающееся к трёхосному эллипсоиду, обусловлены вращательными движениями материальной системы вокруг оси. Прямым следствием этого является вспученность Земли в экваториальной зоне, простирающаяся до субтропиков. В этой части земного шара наблюдается более значительная десимметрия рельефа. Разница высот здесь составляет $8882 + 10\ 830$ м (Эверест + Филиппинская впадина) = $19\ 712$ м. Следует подчеркнуть, что приведенная величина лежит в пределах разницы длины экваториального и полярного радиусов земли ($21\ 479$ м). Общее возможное расчленение рельефа земной коры, повидимому, не может выходить за пределы последней величины, что определяет высоту, до которой теоретически возможны поднятия горных хребтов, для которых $10\ 000$ м над ур. м. представляется абсолютным пределом.

Положительные элементы рельефа Земли, т. е. те части её коры, которые поднимаются над уровнем моря, и отрицательные формы, лежащие ниже уровня моря, отличаются как структурой, так и рельефом, хотя и имеют некоторые общие черты. Обширные пространства дна Тихого океана сложены из симатических масс с плотностью не ниже 3.1. Возвышенные элементы земной коры (материки) сложены из сиалических масс с плотностью около 2.5. Структурные взаимоотношения сиаль—сима, происхождение и возраст их — основной вопрос, правильное разрешение которого представляет основу теории геоструктуры земной коры.

Рельеф океанического дна. Общую особенность океанического дна составляет его незначительная пересечённость. Это приближает поверхность дна океана к поверхности ограничения эллипсоида вращения. Таким образом, качественным отличием тектоорогении океанического

дна является симатический состав и свойственная последнему плоская поверхность.

Неровности симатической поверхности представляют вулканические образования. Морфологически они выражены архипелагами островов. Острова образуют гирлянды, выпуклостью обращённые в сторону океана, к востоку и к экваториальному вспучиванию. Достаточно известными примерами этой закономерности могут быть острова Алеутские, Курильские, Японские, Филиппинские, Новая Зеландия, Маршалльские, Гавайские, Маскаренские, Антильские и др. Изучение распределения глубин в пределах архипелагов свидетельствует, что острова насажены на общем цоколе — вспученности симатической поверхности, — расположение которого определяет расположение островов. Эти вздутия представляют элементарные тектонические нарушения симатического субстрата, элементы первичной тектоники Земной коры. В их пределах тектонические и вулканические проявления адекватны и имеют единое морфологическое выражение в форме островных дуг.

Пространства между островными дугами занимают окраинные моря (Карибское, Берингово, Охотское, Японское, Южно-Китайское, Коралловое и др.) или секторы океана, где дно совершенно плоское или, чаще, с наиболее значительными глубинами в срединной части, обрисовывающими прогиб между соседними вспучиваниями. Это — области аккумуляции осадков в океане.

Рельеф материков. Главную особенность суши составляет её сиалический состав. Структура её сложна. Принципиальное значение имеют две формы последней: 1) слоистые структуры осадков и метаморфических пород, 2) кристаллические породы магматического происхождения — интрузивы. Слоистые породы на преобладающей части пространства материков имеют горизонтально-слоистое залегание, отражающееся в рельефе в виде плоской поверхности равнин. Цоколь равнины в большинстве случаев сложен из докембрия — оса-

дочно-метаморфических пород и подчинённых им интрузивов.

Гипсометрическое положение горизонтально слоистых структур равнин по отношению уровня океана различно, но участки равнин, сложенные из более древних осадков, в пределах отдельных геологических провинций всегда располагаются гипсометрически выше. Благодаря этому возникают тектоорогенические уровни или ступени, по которым возраст и динамика равнин прослеживаются вполне определённо.

Наиболее яркий пример геоморфологических уровней представляют равнины Средней Азии. Самую высокую ступень их составляет плато Тургай, прилегающее к Южному Уралу. Плато сложено из палеогеновых отложений. Высота плато над уровнем моря — около 300—440 м. Вторую ступень представляет Усть-урт, сложенный из сарматских отложений. Высота этого плато над уровнем моря 200—250 м. Последующие ступени представляют понтические плато: Мангышлак (высота 150—180 м), акчагыльское Краснодарское плато (высота 100—150 м), постплиоценовое плато Заунгузских Каракумов (высота 75—100 м) и др. Из геоморфологических ступеней Средней Азии следует, что колебание уровня моря в промежутках времени с палеогена по четвертичный период достигает 300 м, при этом в движении береговой линии преобладало снижение.

Геоморфологические уровни столь же ярко прослеживаются в рельефе южной части восточноевропейской равнины. Здесь, южнее азово-подольской кристаллической полосы прослеживаются палеогеновая, сарматская, понтическая, киммерийская, куяльницкая и чаудинская геоморфологические ступени.

Достаточное число примеров геоморфологических ступеней в пределах равнин Средиземноморья можно привести как для европейского, так и для африканского побережья. Здесь, как и в вышеприведенных примерах, ступени, сложенные более древними отложениями, расположены на более высоких гипсометрических уровнях и

занимают внутренние части равнинных стран.

Вне пределов равнин слоистые породы имеют нарушенное залегание. Из различных форм структур ведущими считаются складки, которым подчинены разломы и другие нарушения. Складчатость, вообще дислоцированность пластов морфологически выражается в виде горного рельефа. Простираение складок определяет расположение горных хребтов, орографию горных стран. В географическом расположении разновозрастных горных сооружений наблюдается выдержанный план, некоторые черты которого были описаны ещё Э. Зюссом.

На примере горных сооружений Азии общие черты структуры горных стран обладают следующей закономерностью.

1) Наиболее древние горные сооружения располагаются во внутренней части, непосредственно наращивая сибирскую платформу. Самые молодые горные сооружения составляют внешний пояс, включающий островные дуги западной части Тихого океана. В их пределах процесс горообразования продолжается и в настоящее время.

2) Горные хребты объединяются в системы, представляющие параболы незначительной выпуклости. Выпуклостью они всегда обращены в южном и восточном направлении. В этой части горные сооружения Азии полностью соответствуют расположению островных дуг Тихого океана.

3) Между горными системами располагаются пространства межгорных равнин. Разница высот у равнин и окружающих их горных систем достигает нескольких тысяч метров. Межгорные равнины имеют овалы очертания, вытянутые в направлении простирающихся окружающих их горных хребтов. В большинстве случаев межгорные равнины представляют замкнутые пространства, обычно озёрные или пустынные. Примером описанного взаимоотношения горных хребтов и межгорных равнин являются Ордос, Тибет, Такла-макан, Фергана, Балхаш, Муюн-кум, Кызыл-кум и др. Если представить, что поверхность межгорных равнин погружена ниже уровня моря, то получится картина,

полностью соответствующая физико-географической обстановке окраинных морей и ограничивающих их островных дуг. В частности, для восточного побережья Азии через эти структуры устанавливается историко-географический переход от материка в область океана.

Рассмотренная тектоорогения наблюдается также и в западной Европе. Русская платформа в западной части наращена системами горных сооружений Каледонии, Варисцид и Альпид. В западной Европе, как и в Азии, между горными хребтами располагаются межгорные равнины. Сюда относятся впадины паннонская, ломбардская, нижнедунайская, черноморская, ионическая и др.

Аналогичная картина наблюдается также и в Северной Америке, где между горными хребтами расположены обширные межгорные равнины — плоскогорья.

Из приведенных примеров видно, что структуро-рельеф горных стран всей суши обладает единым планом строения: наиболее исторически ранними участками являются части суши, наиболее удалённые от океана, составляющие ядра материков.

Окаймляясь разновозрастными горными сооружениями, материки дают определенную картину последовательного формирования суши от отдельных центров в сторону океанических пространств. В пределах горных сооружений выделяются определённые историко-пространственные пояса, выраженные различного возраста горными сооружениями, пребывающими на разной ступени денудации.

Рельеф горных сооружений отличается не только закономерным географическим распространением разновозрастных элементов. История формирования хребтов также отражается и в устройстве их склонов. Большинство горных хребтов, как это впервые отметил В. Пенк, характеризуется наличием предгорных ступеней.

Предгорные ступени, в частности классические представлены на северных склонах Туркестано-Алайской горной системы Средней Азии. Здесь на восток от г. Джизака, можно наблюдать 8 геоморфологических ступе-

чинены складчатым сооружениям. Пространственно они также пребывают в зависимости от простирающихся основных линий структур, вмещающих интрузивы. Доказательства такой взаимосвязи вмещающих структур и интрузивов находим в любой горной стране. Отмеченная закономерность прослеживается также и в структуре докембрийских платформ. Однако здесь, благодаря сложному переплетению многократных и разновозрастных интрузивов, общая картина очень сложна и требует тщательной расшифровки. Там, где структура эта расшифрована (Кольский полуостров, Украина и др.), устанавливается такое же соотношение интрузивов и складчатых сооружений, какое наблюдается и в горных областях. Отсюда приходим к принципиальному заключению, что образование структуры докембрийских платформ проходило в такой же последовательности, как и формирование структуры горных стран. Качественные признаки их соответствуют наиболее древнему возрасту их в геолого-историческом развитии земной коры.

Установленное единство множества структурных и геоморфологических признаков суши, наличие переходов рельефа океанического дна в рельеф суши, или, что то же, рельефа сима в рельеф сиаля, дают основание для выяснения адекватного действительно-сти взаимоотношения сима—сиаль.

III. Сиаль — сима (океан — суша)

Популярное представление о сиалях как о лёгких «шлаковых» элементах земного шара, выделившихся на его поверхности в период остывания, нам кажется чрезвычайно упрощенным. Против этого, прежде всего, свидетельствует структура сима и сиаля. Тогда как для первой характерна монолитность, массивность в пределах океанического дна, однородность, сиаль обладает полигенной структурой, находящейся в непосредственной зависимости от осадочных пород.

Это да огромная протяженность симатической поверхности океанического дна заставляют рассматривать симу как исторически более раннюю

поверхность планеты. В этом случае сиаль — область суши — представляет производное сима, исторически более позднюю составляющую земной коры и вторичный, геологический рельеф Земли.

Историческая и генетическая связь сима—сиаль в свете структурно-геоморфологического анализа прослеживается как в их составе, так и в пространственном взаиморасположении. Состав гранитной сиаля (546 гранитов всех возрастов из разных районов земного шара, по Дэли) и сима (плато-базальты, по Тиррелю) характеризуется такими чертами:

	Сиаль (граниты, по Дэли)	Сима (плато-базальты, по Тиррелю)
SiO ₂	70.18	47.14
TiO ₂	0.39	2.44
Al ₂ O ₃	14.47	14.91
Fe ₂ O ₃	1.57	4.11
FeO	1.78	8.22
MnO	0.12	0.25
MgO	0.88	6.91
CaO	1.99	10.01
Na ₂ O	3.48	2.71
K ₂ O	4.11	0.84
H ₂ O	0.84	2.16
P ₂ O ₅	0.19	0.33

Из цифр выступает следующая закономерность. Первичная масса субстрата имеет значительный процент соединений кальция, магния, железа и титана, чрезвычайно подвижных в атмосферных условиях. Соединения эти в незначительном количестве присутствуют в породах сиаля. Для последней характерный, наиболее устойчивый минеральный компонент в атмосферных условиях SiO₂ — кварц.

Мы вправе сделать вывод, что сиаль представляет продукт взаимодействия сима с гидро-био- и атмосферой, т. е. является вторичным составляющим земной коры.

Путь взаимодействия также ясен и повсеместно наблюдается в современных условиях. Он идёт через структуры океанического дна и суши. Активное преобразование субстрата начинается с момента вспучивания симатической поверхности. В ходе развития последнего имеет место морская денудация, активизирующаяся в меру выноса вулканических базальтовых масс над уровнем моря. Сложная хи-

мическая и механическая дезинтеграция этих масс в процессе тектонических передвижений приводит к изменению влияния моря, пресных вод, континентального выветривания, в многократном чередовании которых возникают сложные типы осадков — конечных продуктов превращения субстрата. В известных динамических условиях горообразования осадки проходят сложный путь термического влияния, часто выражающегося в образовании расплавов. Благодаря этому осадки приобретают новые качественные признаки состава, структуры, упругости и т. д. и переходят в кристаллическую сиаль, великое разнообразие интрузивных пород. Только этим можно объяснить структурное и химическое родство всего комплекса пород, из которых сложены материки.

Первичная симатическая поверхность земли находится в состоянии самозаволакивания сиалической корой. Географически переходной полосой является область окраинных морей и островных дуг, одновременно представляющая историческую форму взаимосвязи океана и материков.

Эта форма соответствует общепринятому содержанию, вкладываемому в понятие геосинклинали.

Из всего приведенного вырисовывается общий путь эволюции структуры и рельефа Земли. Начался он в ту отдалённую эпоху, когда сосредоточение минеральных масс нашей материальной системы достигло твёрдого состояния на поверхности. На этом отдалённом этапе преобладающей была форма морской денудации. В меру развития сиали проявлялась денудация в условиях суши, формировавшейся вокруг первичных очагов, вначале сосредоточенных в субполярных секторах.

Развитие суши в дальнейшем зависело и направлялось сложными движениями масс материальной системы Земли, но в целом оно шло в сторону океана, сегментами, захватывающими участки симатической (океанической) поверхности параболами, выпуклостью обращёнными в восточном и юго-восточном направлении, т. е. в направлении, противоположном вращению Земли. При таком понимании

развития рельефа суши само собой ясно расположение наиболее юных горных сооружений на периферии материков и развитие рамки их на побережье океана. В условиях геологического настоящего вырисовываются пути дальнейшего развития суши. Путём самозаволакивания сиали первичная симатическая поверхность Земли должна сокращаться. С течением времени дуги океанических островов будут присоединяться к материкам, создавая новые системы геосинклинали — горных хребтов и разделяющих их межгорных равнин. Нарисованный путь в деталях может отклоняться под влиянием бесконечного числа различных условий, главным образом тектонических движений. В результате этого в некоторых местах земной коры имеются отклонения от общего плана структуры: вторичное расположение береговой линии, вторичные геосинклинали и целые океанические бассейны, к которым относится, например, Атлантический океан. Однако и эти, грандиозные по масштабам вторичные формы лежат и развиваются в общем плане геоструктуры земной коры, что вытекает из общих условий развития материальной системы.

Вскрытые закономерности структуры и развития сиали земной коры дают нам возможность осветить один из кардинальнейших вопросов прикладной геологии — вопрос образования месторождений полезных ископаемых.

Первичная масса субстрата Земли, соответствующая составу плато-базальта, характеризуется рассеянием в её составе отдельных элементов. Скопление последних в количестве, достаточном для образования месторождений, здесь не имеет распространения. Все известные месторождения металлов необходимо считать вторичными. Они возникают в процессе формирования сиали, путём образования вторичных и повторных расплавов и воздействия последних на вмещающие структуры.

В результате взаимодействия атмосферы на симу, при котором возникают сиалиты, в процессе многократной дезинтеграции, переотложе-

ния и переплавления, имеет место естественное геологическое обогащение последующих генераций формаций тем или другим видом рудных минералов. Географическое распространение месторождений подчинено выясненной ранее структурной закономерности: определённые ассоциации полезных минералов приурочены к отдельным хребтам, горным системам и межгорным равнинам, соответствующим в прошлом отдельным геосинклиналям и геосинклинальным зонам. Таким образом, история развития земной коры определяет границы естественных минералогических провинций. Этим самым создается неизбываемая теоретическая основа для геологического и естественного географического районирования.

Мы выяснили основные штрихи картины структуры и рельефа земной коры. Они укладываются в рамки строгой исторической и пространственной закономерности, в которой находит своё определённое место великое разнообразие частностей, рисующих общий облик Земли. Остается выяснить механизм развития геоструктур.

IV. Горообразование

Для определения механизма горообразования необходимо предварительно выяснить: 1) источники энергии, 2) историческую и пространственную направленность движений и 3) происхождение дислокаций горных пород.

Источники энергии горообразования усматривались в различных явлениях. В качестве орогенических сил в современной геологии считаются: внутреннее тепло Земли (контракционная и близкие теории), радиоактивность (радиоактивные теории), приливные движения, вращательные движения (дрифтовые теории). Большинство исследователей принимает, что тепло Земли является основным источником энергии горообразования. Попытки выяснения количества и источников самого тепла в земном шаре дали большое количество теорий. Общим является только заключение, что запас тепловой энергии Земли постепенно уменьшается. Учитывая все

имеющиеся по этому вопросу суждения, можно принять, что источники тепловой энергии Земли включают: 1) планетарную, или первичную, теплоту, 2) геологическую, или вторичную, теплоту и 3) космическую, или солнечную, теплоту.

Планетарная теплота Земли представляется унаследованной от Солнца, независимо от того, каким путём произошло отщепление планеты от центрального тела нашей системы. Факт постепенной утечки планетарной теплоты и охлаждения Земли служит обоснованием известной гипотезы контракции, согласно которой образование горных сооружений является прямым следствием сжатия. Необходимо считать обоснованными возражения против всеобъемлющего значения охлаждения Земли в образовании гор, хотя известное влияние на ход процесса тектоорогении охлаждение Земли должно иметь место. Структурно-планетарная теплота проявляется в пределах части Земли с симатической поверхностью в виде мощных вулканических излияний гавайского и трещинного типа. Это — первичная форма вулканических проявлений. Тепловые разряды в виде вулканических извержений исторически и пространственно зависят от более глубоких тектонических причин: они приурочены к областям вспучивания симатической поверхности.

Геологическая теплота Земли представляет тот запас энергии, который получает материальная система в процессе саморазвития. Главнейшим источником геологической теплоты можно считать: 1) механическую теплоту, выделяющуюся в условиях мощных движений минеральных масс в процессе горообразования, 2) теплоту химических реакций, 3) радиоактивную теплоту. В частности, о последней можно сказать то, что ощутимое значение теплота распада радиоактивных элементов может иметь место только в верхней части оболочек сиали, там, где благодаря выясненному выше процессу взаимоотношения субстрата и атмосферы имеет место вторичное скопление элементов. Геологическая теплота в условиях общего первичного теплового режима

Земли и в условиях активных движений минеральных масс приводит к образованию вторичных расплавов и интрузий. Разряды геологической теплоты находят свое морфологическое выражение в виде центрального или вторичного вулканизма с образованием конусных вулканов. Это обуславливает известную связь географического распространения вулканических очагов с горными сооружениями и различных полезных ископаемых с вулканическими породами горных стран. Вторичный вулканизм представляет исторически более позднюю форму тепловых разрядов, свойственных сиалической оболочке. Пространственно он зависит от общих динамических условий земной коры, определяющих общее распространение основных структурных линий суши. Всё это обуславливает великое разнообразие состава пород сиалических расплавов и степень родства их с составом субстрата.

Последний источник тепловой энергии составляет космическая теплота Солнца. Влияние её ограничивается только поверхностными слоями земной коры. Этот источник энергии питает все экзогенные проявления, обуславливающие комплекс форм денудации суши. Конкретные, фиксированные выражения динамического влияния солнечной теплоты представляют слоистые структуры осадочных пород и соответствующие им формы поверхности: пенеплен, аллювиальные равнины, ледниковые равнины и др.

Представленная в схеме тектоническая роль теплоты даёт ряд сложных структурно-вулканических проявлений, между собой генетически связанных:

Субстрат — первичная теплота — трещинные излияния; покровы.

Сиаль — геологическая теплота — вторичные расплавы; центральный вулканизм; горообразование.

Поверхность — солнечная теплота — денудации; слоистые структуры.

Комплекс тепловых воздействий создаёт определённые качественные признаки различных частей земной коры, в общем имеющие второстепенное значение в процессе горообразования, или, лучше сказать, тектоорогенеза.

Из приведенного следует, что основанные на изменении теплового режима Земли контракционная и радиоактивная гипотезы не могут служить фундаментом теоретической геологии.

Мы не можем здесь углубляться также в разбор приливной гипотезы горообразования. По нашему представлению имеется слишком большое несоответствие в масштабах возможных приливных нарушений и существующих геоструктур, исключающее возможность усматривать в приливах первоисточник энергии горообразования.

Известный интерес представляет группа дрейфовых гипотез (Вегенер, Штауб), усматривающих источник энергии горообразования во вращательном движении земного шара. Это движение осязаемо. Оно реально. Находясь у источника силы горообразования, Вегенер и его последователи, однако, не поняли их проявления. Основная ошибка, которую они допустили, заключается в противопоставлении сиали симе и приписывание первой несвойственных ей сепаратных движений. Отсутствие этих движений определяется всем ходом исторического развития планеты, ибо сиаль, являясь производным симы, неотделима от неё, как неотделима в живом организме кожа от тела. В историческом развитии суши не могло иметь места блуждание материков по поверхности Земли, так как они находят свое определённое, исторически обусловленное положение в пределах лика нашей планеты. Отдавая должное гению Вегенера в познании источников энергии горообразования, мы стоим перед необходимостью отступить от усилий обоснования перемещений материков и связанного с этим горообразования.

Решение проблемы тектоорогении требует выяснения всех динамических условий, существующих в развивающейся материальной системе Земли.

Система движений Земли. Грандиозная масса Земли движется вокруг Солнца и вокруг своей оси с изумительной скоростью и настолько привычно для нас, что, охваченные этим движением, мы начинаем искать пояснения для различных нарушений

в земной коре за пределами этих движений.

Общим в цикле движений нашей материальной системы является её вращательное движение вокруг оси.

Общеизвестным результатом вращательного движения Земли является её форма. С формой Земли связан ряд структурных и геоморфологических признаков её коры. К числу последних относится распределение суши и моря и простираение горных хребтов.

Вращательное движение Земли включает ряд частных движений минеральных масс, протекающих в следующем плане.

Прежде всего, вращение материальной системы приводит к её самосжатию и увеличению плотности субстрата. Вследствие этого имеет место уменьшение объема и сокращение в некоторой степени поверхности. В оценке тектоорогениза нам необходимо считаться с этим непрерывным уплотнением, что в конечном итоге, в историческом разрезе даёт снижение уровня океана и увеличение площади суши. Процесс самосжатия представляет особенность всякого небесного вращающегося тела и составляет особенность космической жизни планет.

Вторую частную особенность массы вращающегося тела составляет смещение её в направлении экватора. Для Земли величина этого смещения определяется разницей экваториального и полярного радиусов, т. е. является предельной для неровности её поверхности. Смещение масс в экваториальном направлении неравномерно, вследствие затухания центробежных сил от экватора к полюсам. Это создает своеобразную волновую структуру внешних поясов Земли. Гребни волн имеют субширотное протяжение. Их разделяют депрессии. Наиболее значительная амплитуда волн наблюдается в субэкваториальной зоне вспучивания. Сопровождающие зону вспучивания депрессии, благодаря существующим здесь динамическим условиям, обладают значительной устойчивостью и прослеживаются на протяжении многих геологических периодов. Следующую част-

ность вращательных движений земли составляет некоторый отток масс в направлении, противоположном вращению. Размер этих смещений в абсолютном измерении незначителен. Структурное проявление этого движения напоминает отток масс в сторону экватора; во внешних поясах Земли возникает волнистая структура, гребни валов в которой группируются в близком к меридиональному направлении. В местах сопряжения широтных и меридиональных волн формируются параболы с выпуклостью в юго-восточном направлении. Это полностью объясняет пространственное размещение основных тектоорогенических элементов Земли.

Структурное выражение рассмотренных движений определяет их как волновые или колебательные движения, у которых поднятия представляют относительные возвышения на фоне нисходящих движений сжимающейся материальной системы. В условиях этих тектонических движений, в обычном понимании, возникают колоссальные тангенциальные напряжения. В зависимости от проявления в пределах субстрата или сиали, они сопровождаются первичным или вторичным вулканизмом и глубинным землетрясением. Тектонические волны исторически смещаются в экваториальном и западном направлении, отнюдь не вызывая смещения в этом направлении масс. Наличие этой миграции фиксируется исторически сменявшимися трансгрессиями и регрессиями моря в условиях непрерывного снижения уровня мирового океана и нарастания поверхности суши.

На поверхности Земли подвижность минеральных масс сильно возрастает за счёт активности факторов денудации. Движение масс протекает в направлении силы тяжести.

В условиях дисимметрии рельефа гравитационные движения достигают огромных масштабов и создают сложные деформации горных пород. В местах совпадения гравитационных и тектонических нисходящих движений всегда накапливаются значительные толщи рыхлых образований.

Таким образом, система движений масс в пределах материальной си-

стемы Земли включает соподчинённые:

- 1) вращательное движение,
- 2) волновые, или колебательные, движения и
- 3) гравитационные, или линейные, движения.

Тектоогения. Механизм образования гор, или, лучше сказать, механизм образования структуры и рельефа земной коры в свете выясненных закономерностей лика Земли может быть в общих чертах достаточно определён и восстановлен.

Формирование нового участка гористой суши происходит в условиях первичной симатической поверхности субстрата Земли.

Динамическим толчком к развитию является волновое движение вращающихся масс. Возникшие структурные вспучивания субстрата ограничивают участки поверхности земной коры, или геосинклинальную зону. Зона охватывает огромные секторы земной поверхности. Примером геосинклинальной зоны могут служить Средиземноморская область, западное побережье Тихого океана и др. В пределах геосинклинальных зон выделяются отдельные геосинклинали, в состав которых входят тектонически восходящий вал и сопровождающая его погружающаяся депрессия. Размеры их — несколько сот километров по протяжённости. На этом, талассическом этапе развития геосинклинали происходит накопление осадков различного происхождения, за счёт которых депрессия в конечном итоге выполняется. Тогда же имеют место подводные излияния магмы.

Новый этап развития геосинклинали начинается после того, как гребень тектонического вала поднимается над уровнем моря. На этом этапе имеют место сложные дефор-

мации осадков, в создании которых ведущую роль играют подводные оползни. Динамические условия в пределах вала могут привести к образованию новых очагов расплава и вторичной вулканической деятельности. С этого момента начинается развитие сложного рельефа гор. Смещение тектонических волн усложняет структуру геосинклинали и определяет характер взаиморасположения фаций горных систем в пределах геосинклинали и геосинклинальных зон. Окончательный облик новообразованной суши устанавливается после того, как под влиянием, прежде всего, самосжатия Земли и следующего за ним общего снижения уровня океана и местных поднятий геосинклинальная зона переходит в сушу. Дальнейшее развитие суши обуславливается формированием и спадением тектонических волн, ход которых отражают трансгрессии и регрессии моря. Амплитуда тектонических волн в пределах сиалической коры, в силу иной структурной обстановки, таких масштабов, как в зоне симатической поверхности, не бывает. В этом состоит качественное различие геосинклинальных и эпиконтинентальных морей, в итоге определяющих рельеф горных стран и материковых равнин.

В силу того, что тектонические волны планомерно и непрерывно следуют друг за другом в процессе извечного вращения планеты, трансгрессии и регрессии моря пространственно сменяются так же, как и в исторической перспективе. В определённых условиях этих волн значительная часть современной суши в прошлом могла быть залита морем или представляла континент, увеличивающийся за счёт океанических пространств поверхности субстрата.

НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О МЕХАНИЗМЕ ФОТОСИНТЕЗА

Б. Я. СВЕШНИКОВ

В экологии природы роль фотосинтеза исключительна. Он составляет одно из главнейших звеньев «биологического круговорота углерода, т. е. того последовательного ряда реакций построения и распада, в которых участвует углерод, поступаая из воздуха в растение в виде углекислоты, переходя из растительного организма в виде сложных органических соединений в животный и покидая последний опять в виде углекислоты» (А. Бах).

По меткому выражению К. А. Тимирязева^[1], в фотосинтезе растение выполняет свою «космическую роль». Действительно, фотосинтез есть единственный процесс в биосфере, связанный с накоплением энергии от внешнего источника.

Не удивительно, что со времени открытия фотосинтеза, т. е. с семидесятих годов XVIII в., усилия многих учёных были направлены на выяснение механизма этого величественного явления природы. К сожалению, даже тщательные работы многих выдающихся учёных прежнего времени сейчас в ряде случаев должны быть включены в мартиролог напрасно затраченных усилий и взаимно противоречащих результатов.

Причиной является то обстоятельство, что фотосинтез происходит в необычайно сложных условиях в живом листе, где присутствует большое количество различных соединений, относительно многих из которых мы совершенно не знаем; играют ли они какую-нибудь роль в процессе фотосинтеза или нет, и второе, многие из этих соединений весьма нестойки и настолько родственны друг другу, что не могут быть разделены с помощью обычных химических методов.

В качестве примера можно указать,

что многочисленные исследования спектров абсорбции и флуоресценции хлорофилла, выполненные на протяжении всей второй половины XIX в., в настоящее время имеют весьма небольшую ценность. Дело в том, что хлорофилл, получаемый непосредственно из растения, есть смесь двух индивидуальных веществ: хлорофилла «а» и хлорофилла «b», и до XX в. не существовало вполне надёжных методов получения оптически чистых индивидуальных препаратов.¹

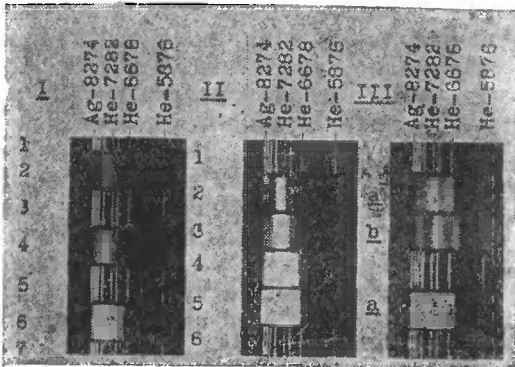
В 1906 г. русский учёный М. С. Цвет^[2] предложил новый метод разделения родственных растительных пигментов. Метод, названный им «хроматографическим», основан на различии в адсорбции пигментов некоторыми адсорбентами. Метод получил широкое распространение, и ему мы обязаны исключительными успехами в анализе растительных и животных пигментов, которые достигнуты за последние два десятилетия.

М. С. Цвет сам определил спектры поглощения индивидуальных хлорофиллов. В настоящее время границы полос поглощения и положение максимумов абсорбции определены с точностью до нескольких ангстрем.

Первое точное описание спектров флуоресценции индивидуальных хлорофиллов в различных растворителях дано Дереем в 1931 г. [3]. Большие трудности при изучении флуоресценции хлорофилла до последнего времени заключались в том, что его спектр флуоресценции, как впервые показали

¹ Кроме того, большинством исследователей XIX в. не учитывалось то обстоятельство, что главная полоса флуоресценции хлорофилла совпадает с полосой поглощения, результатом чего получается сильное искажение спектра флуоресценции, если только не иметь дела с очень разведёнными растворами.

Никольс и Меритт [4], помимо полос в красной части спектра имеет ещё ряд полос в инфракрасной области. Поэтому фотографирование спектров флуоресценции хлорофилла в растворе и живом листе стало возможным лишь с появлением фотографических пластинок, синсбилизированных к красному и инфракрасному излучению (фиг. 1).



Фиг. 1. Спектры флуоресценции живого листа I и II и хлорофилла *a* и *b*, растворённых в этиловом спирте (по данным Дере).

Большим препятствием при изучении механизма фотосинтеза является и то обстоятельство, что весь процесс ассимиляции углекислоты, вплоть до появления крахмала, разыгрывается необычайно быстро. Поэтому огромное количество попыток установить с достаточной достоверностью какие-либо промежуточные продукты фотосинтеза остались бесплодными.¹ Привычные химические методы оказались также бессильными в сколь-нибудь детальном исследовании кинетики фотосинтеза. Все известные закономерности, например: зависимость ассимиляции от интенсивности освещения, от концентрации углекислоты и кислорода, от температуры, ассимиляция при отравлении растения и т. д., относятся лишь к так называемому устойчивому состоянию фотосинтеза, т. е. длительному периоду, когда скорость ассимиляции углекислоты сохраняется постоянной. Рационально

исследовать кинетику перехода от темноты к свету, так называемый индукционный период, продолжающийся всего 2—3 минуты, с помощью привычных химических методов невозможно. Между тем, исследование неустойчивых состояний всегда оказывается особенно полезным при расшифровке того или другого процесса. Поэтому в последнее перед войной десятилетие, ознаменовавшееся повышенным интересом к проблемам фотосинтеза, исследователи начали искать новых, более экспрессных и более чувствительных методов изучения его кинетики.

На смену старым химическим методам определения концентрации углекислого газа приходят новые абсорбционные методы, позволяющие быстро определять ничтожные изменения концентрации углекислого газа в токе воздуха, протекающем через камеру, где находится растение. Остроумная и тщательная методика измерения окислительно-восстановительного потенциала внутри листа позволяет дать ответ на вопрос: как изменяется концентрация кислорода внутри листа во время фотосинтеза?

Но самыми ценными среди новых методов, привлечённых в последние годы к изучению фотосинтеза, повидимому, являются: метод «меченых» радиоактивных молекул и наблюдение над изменением интенсивности флуоресценции хлорофилла во время фотосинтеза. Метод меченых молекул уже позволил расшифровать первый этап ассимиляции углекислоты; флуоресцентный метод, как показывают предварительные данные, вероятно, даст возможность проследить в деталях все изменения скорости ассимиляции как в нормальных условиях фотосинтеза, так и при изменении влияния различных факторов.

Кинетика фотосинтеза

1. Сравнение кривых кинетики, полученных из абсорбционных и флуоресцентных наблюдений.

Схема установки для изучения кинетики фотосинтеза с помощью флуоресценции несложна. В качестве примера опишем установку, употребляющую

¹ Это отчасти связано не только с малой концентрацией промежуточных продуктов, но и с малой стойкостью их.

щуюся в работе Франка, Френча и Пука^[5]. Свет от лампы накаливания в 500 ватт, снабжённой регулятором напряжения, фокусируется посредством конденсорной линзы так, что образует пятно в 1 дюйм на листе гортензии¹ или кювете с водной суспензией водоросли. Листок укреплялся достаточно прочно в замкнутой медной камере со стеклянным окном. Для регулирования температуры с наружной стороны стенки был припаян змеевик, по которому циркулировала вода. Камера была снабжена клапанами для выпуска и удаления газов. Все газы насыщались водой, прежде чем впускались в камеру.

Возбуждающий свет был ограничен областью от 4000 до 6000 Å при помощи инфракрасного фильтра Корнинг и трёх кювет, содержащих насыщенный раствор серноокислого хирина (толщина слоя 1 см), насыщенный раствор сернокислой железо-аммонийной соли (толщина слоя 5 см) и 7% раствор медного купороса (толщина слоя 5 см).

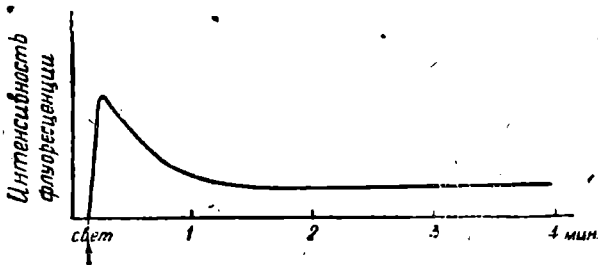
Свет флуоресценции листа падал на цезиевый фотоэлемент через красный фильтр, срезающий около 6300 Å, так что пропускались главные линии флуоресценции хлорофилла, но не возбуждающего света. Действенность фильтров демонстрировалась тем, что помещённая на место живого листа белая бумага не дала никакого заметного отклонения гальванометра.

Вращающийся сектор, помещённый перед линзой фотоэлемента, прерывал световой поток 240 раз в секунду. Результирующий ток усиливался пятиступенчатым усилителем. Колебания гальванометра, пропорциональные по амплитуде интенсивности флуоресценции, прямо записывались на фотобумагу; скорость перемещения по-

следней можно было изменять в самых широких пределах.

Область изменения интенсивности возбуждающего света в опытах большинства авторов лежит в пределах от $0.2 \cdot 10^4$ до $20 \cdot 10^4$ эрг/см²/сек.¹ Ослабление, как правило, производится сетками.

Фиг. 2 показывает типичную кривую вариации интенсивности флуорес-



Фиг. 2. Нормальная кривая изменения интенсивности флуоресценции листа гортензии в процессе фотосинтеза (комнатная температура, освещённость $8 \cdot 10^4$ эрг/см²/сек., концентрация CO_2 0.03%) (по данным Франка, Френча и Пука).

ценции во времени² для нормального листа гортензии. Эта кривая имеет три различных фазы, две из которых соответствуют индукционному периоду фотосинтеза, а последняя — устойчивому состоянию. Первая фаза — очень быстрый подъём интенсивности флуоресценции, длительность этой фазы 1 сек. Во второй фазе, длящейся 2—3 мин., интенсивность флуоресценции медленно падает. В третьей фазе, которая соответствует устойчивому состоянию фотосинтеза, интенсивность флуоресценции остаётся постоянной.

Как уже указывалось, определение скорости ассимиляции углерода в устойчивом периоде может быть с успехом проведено с помощью обычных химических методов, но в индукцион-

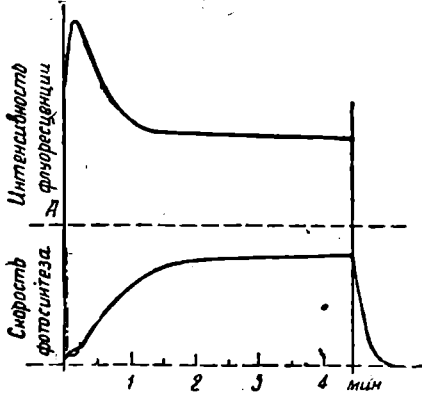
¹ Выбор гортензии обусловлен тем обстоятельством, что её устьица считаются неподвижными. Кривые, полученные для многих высших растений, например молодых побегов пшеницы (сорт «Маркиза»), имеют тот же вид.

¹ Верхний предел был ограничен тем обстоятельством, что при очень высоких интенсивностях, значительно превосходящих интенсивности, при которых достигается световое насыщение фотосинтеза, устойчивое состояние не может быть достигнуто и скорость ассимиляции непрерывно падает.

² Впервые изменение интенсивности флуоресценции во время фотосинтеза было обнаружено и исследовано Г. Каутским [6].

ном периоде, который продолжается всего 2—3 мин., требуются специальные методы, позволяющие измерять количество углекислоты, поглощаемое листом в течение, по меньшей мере, секунды.

Мак Алистер и Мейерс [7] предложили для этой цели абсорбционный метод. В их опытах измерение абсорбции производилось с помощью термоэлемента и в непрерывном токе газа, который протекал через камеру, где находилось растение, и затем по-



Фиг. 3. Изменение интенсивности флуоресценции и скорости ассимиляции углекислоты молодыми побегами пшеницы в процессе фотосинтеза при низком давлении кислорода и концентрации углекислого газа 0.03 мм (по данным Мак Алистера и Мейерса).

ступал в абсорбционную кювету длиной в 20 см. Так как изменения концентрации углекислого газа в протекающем через кювету воздухе были очень малы, то авторы «усиливали» токи термоэлемента. Это усиление достигалось следующим образом: хорошо сформированный и однородный по интенсивности поток света, имеющий прямоугольное сечение, отражался зеркалом первого гальванометра так, что он двигался вдоль диафрагмы, частично покрывающей селеновый фотоэлемент. Ток фотоэлемента действовал на второй гальванометр. Это давало усиление в 500 раз. Обычно было достаточно 50-кратного усиления. Измерения авторов показали, что фактор усиления во всей области, где производились измерения, обладает хорошим постоянством.

Недостатком метода является его инерционность. По сравнению с кри-

выми флуоресценции, которые записываются с помощью короткопериодного гальванометра с периодом 1/100 сек., кривая изменения абсорбции записывается баллистическим инструментом пониженной чувствительности. Необходимо время, чтобы поток воздуха прошёл от камеры, где находится растение, до абсорбционной камеры, для ответа термоэлемента и первого и второго гальванометра. Поэтому абсорбционные измерения отражают активность растения с некоторым отставанием, зависящим от скорости протекания воздуха, и в перекрывающихся единицах времени. В силу этого все экспериментальные кривые указанными авторами были перечерчены и сдвинуты к началу отсчёта времени на промежуток времени, соответствующий транзиту между камерой, где помещается растение, и абсорбционной кюветой.

Полученные по такому способу кривые скорости фотосинтеза были сравнены с кривыми интенсивности флуоресценции, найденными в тех же условиях и для тех же растений (фиг. 3). Эти изменения относятся к наиболее простому случаю, когда давление кислорода и углекислого газа мало. Из фиг. 3 видно, что в пределах точности измерений существует строго обратное соотношение между интенсивностью флуоресценции и скоростью ассимиляции углекислоты. Этот факт чрезвычайно важен: из него следует, что флуоресценции всегда соответствует какая-то постоянная часть энергии, поглощённой хлорофиллом и не использованной для фотосинтеза.

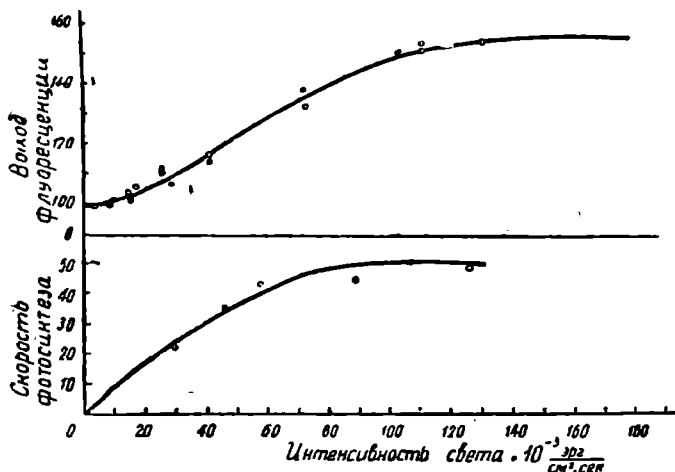
2. Устойчивое состояние фотосинтеза.

Сравнение влияния различных факторов на интенсивность флуоресценции и скорость ассимиляции углекислоты лучше всего производить в устойчивом состоянии, так как влияние внешних факторов на фотосинтез, как мы уже отмечали во введении, хорошо изучено лишь для устойчивого состояния.

При неизменной концентрации газов в окружающей растении атмосфере и в области невысоких интенсивностей возбуждающего света квантовый

выход флуоресценции и фотосинтеза остается постоянным, т. е. интенсивность флуоресценции и скорость ассимиляции возрастают пропорционально интенсивности возбуждающего света. При постепенном увеличении интенсивности освещения наступает момент, когда квантовый выход фотосинтеза начинает падать, т. е. скорость assi-

милляции углекислого газа от очень малых до очень больших концентраций (порядка десятков процентов) скорость ассимиляции углекислоты проходит через максимум.¹ Для изменения интенсивности флуоресценции от концентрации CO₂, как показали работы ряда авторов, наблюдается обратная зависимость: ин-



Фиг. 4. Изменение квантового выхода флуоресценции и скорости ассимиляции листьев гортензии в зависимости от интенсивности освещения (по данным Франка, Френча и Пука).

миляции стремится к пределу. Напротив, квантовый выход флуоресценции в этой области значительно возрастает.

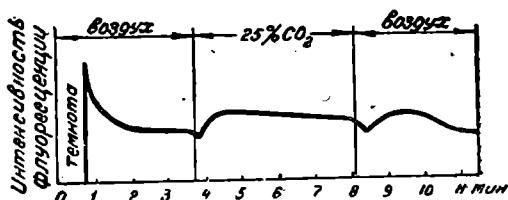
Чем меньше концентрация углекислого газа, тем скорее наступает световое насыщение фотосинтеза и соответственно этому раньше может быть отмечено увеличение квантового выхода флуоресценции. На фиг. 4 приведены кривые, дающие зависимость скорости ассимиляции углекислоты для листьев гортензии и квантового выхода флуоресценции от интенсивности возбуждающего света. Связь между насыщением фотосинтеза и увеличением квантового выхода флуоресценции видна достаточно отчетливо.

Обратная зависимость между интенсивностью флуоресценции и скоростью ассимиляции особенно наглядно подтверждается на примере зависимости от концентрации углекислого газа. Из многочисленных физиологических наблюдений над фотосинтезом хорошо известно, что при увеличении

концентрации углекислого газа от очень малых до очень больших концентраций (порядка десятков процентов) скорость ассимиляции углекислоты проходит через максимум.¹ Для изменения интенсивности флуоресценции от концентрации CO₂, как показали работы ряда авторов, наблюдается обратная зависимость: интенсивность флуоресценции по мере увеличения концентрации углекислоты проходит через минимум. В обычном воздухе, например, интенсивность флуоресценции на 19% выше, чем в воздухе, содержащем 5% углекислоты, но в воздухе, содержащем 20% углекислоты, выше, чем в воздухе, в котором имеется 5% углекислоты.

Хорошей иллюстрацией указанной закономерности могут служить опыты Мак Алистера и Мейерса, Франка, Френча и Пука. Указанные авторы быстро изменяли в камере, где находится растение, концентрацию углекислого газа от сотых процента до 20%. Интенсивность флуоресценции при этом проходила через минимум (фиг. 5).

Еще в 1920 г. Варбург [8] нашёл, что *Chlorella* при высокой освещённости и достаточной концентрации угле-



Фиг. 5. Изменение интенсивности флуоресценции живого листа гортензии в устойчивом периоде фотосинтеза при увеличении концентрации CO₂ (по ланнам Франка, Френча и Пука).

кислоты производит больше кислорода в атмосфере, содержащей 2% кислорода, чем в атмосфере, в которой

¹ Очень большие концентрации CO₂ тормозят фотосинтез.

имеется 20% кислорода. Мак Алистер и Мейерс провели аналогичные опыты для молодых ростков пшеницы. Оказалось, что при малом содержании углекислоты (0.03%) скорость ассимиляции в воздухе, содержащем 0,5% кислорода, на 30% выше, чем в воздухе, в котором присутствует 20% кислорода. На интенсивность флуоресценции кислород действует,

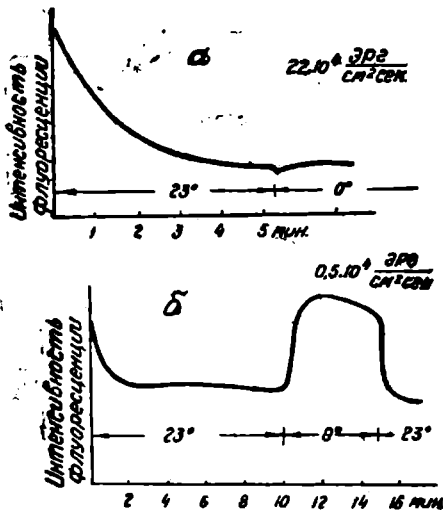
комнатной температуре, и разность интенсивностей всего больше при средних интенсивностях возбуждающего света.

Кривая фиг. 6,а показывает, как мало изменение интенсивности флуоресценции, произведенное понижением температуры, когда интенсивность света высока. Кривая фиг. 6,б показывает большее увеличение, произведенное температурой при более умеренных интенсивностях света. В этой частной кривой вместо того, чтобы ожидать, пока установится новое устойчивое состояние, быстро возвратили температуру к 23° С; флуоресценция соответственно возвратилась к первоначальному значению.

То обстоятельство, что при малой и высокой освещенности температурный эффект ничтожен, свидетельствует о том, что при малых и высоких освещенностях фотосинтез в основном определяется фотохимическими реакциями, практически не имеющими, как известно, температурного коэффициента. Напротив, при средних освещенностях большую роль играют темновые реакции, имеющие большой температурный коэффициент.

Торможение фотосинтеза посредством временного отравления растения с помощью цианистого водорода или фенил-уретана действует так же, как и торможение посредством понижения температуры, т. е. увеличивает интенсивность флуоресценции. Однако абсолютные значения эффекта здесь очень невелики даже для такой концентрации цианистого водорода (2%), при которой фотосинтез является полностью заторможенным. Увеличение выхода совершенно обратимо, и при удалении цианистого водорода интенсивность флуоресценции возвращается к прежнему значению.

Резюмируя экспериментальные данные, относящиеся к устойчивому состоянию, можно вывести заключение, что изменения скорости ассимиляции и интенсивности флуоресценции под влиянием тех или иных факторов всегда противоположны друг другу; однако количественное соответствие между этими изменениями наблюдается редко.



Фиг. 6. Изменение интенсивности флуоресценции живого листа гортензии в устойчивом периоде фотосинтеза под влиянием температуры: а — при сильных освещенностях, б — при умеренных освещенностях (по данным Фрайка, Френча и Пука).

как и следовало ожидать, обратным образом: флуоресценция ниже в воздухе, содержащем 0,5% кислорода, чем в воздухе, содержащем 20% кислорода.

Понижение температуры, которое, как известно, тормозит фотосинтез, всегда увеличивает интенсивность флуоресценции. При очень низких и очень высоких освещенностях величина эффекта, однако, очень мала. Но при промежуточных световых интенсивностях внезапное охлаждение до 0° производит большой подъем флуоресценции, достигающий даже двойного значения интенсивности при 23° С. Флуоресценция быстро поднимается до максимума и затем падает, достигая постоянного значения через 10—20 мин.

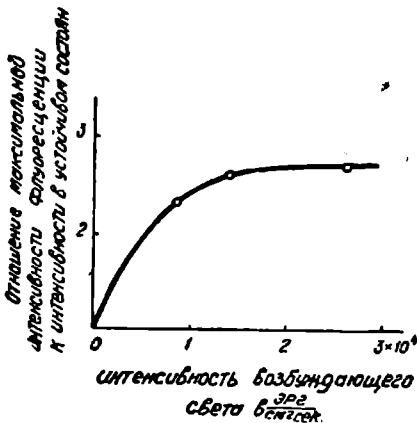
Конечное значение интенсивности, получаемое при этом, больше, чем интенсивность флуоресценции при

3. Индукционный период фотосинтеза.

Как уже отмечалось выше, изменение скорости ассимиляции углекислоты в индукционный период фотосинтеза под влиянием различных факторов изучено очень слабо, поэтому провести сравнение изменения скорости ассимиляции и флуоресценции возможно лишь в редких случаях.

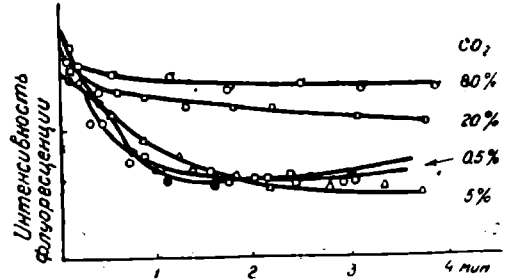
Начальная интенсивность флуоресценции в первый момент облучения практически та же, что и интенсивность при установившемся состоянии через несколько минут. В ничтожную долю секунды после начала облучения флуоресценция начинает возрастать и через 1 сек. достигает максимума. Величина вспышки флуоресценции зависит от интенсивности возбуждающего света. Она стремится к нулю при очень малых интенсивностях возбуждающего света, но выше некоторой критической интенсивности дальнейшее увеличение падающего на лист света производит лишь незначительное увеличение интенсивности флуоресценции (фиг. 7).

Скорость реакции, соответствующей вспышке флуоресценции, также возрастает с интенсивностью падающего света и мало зависит от температуры. Как скорость, так и интенсивность вспышки не зависят от концентрации углекислого газа. Высота максимума и время, в течение которого



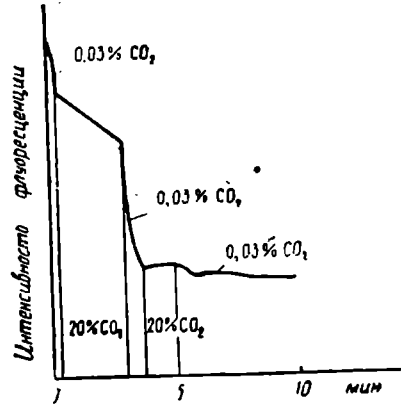
Фиг. 7. Изменение отношения максимальной интенсивности флуоресценции к интенсивности флуоресценции в устойчивом состоянии при возрастании интенсивности возбуждающего света (по данным Франка, Френча и Пука). 3*

он достигается, остаются постоянными, несмотря на то, существует ли в атмосфере, окружающей лист, воздух свободный от углекислоты, нормаль-



Фиг. 8. Влияние концентрации углекислого газа на затухание вспышки флуоресценции в индукционном периоде (по данным Франка, Френча и Пука).

ный воздух или воздух, содержащий соответственно 1%, 4%, 20% углекислого газа.



Фиг. 9. Изменение кривой затухания флуоресценции при быстром увеличении концентрации углекислого газа (по данным Франка, Френча и Пука).

Напротив, кислород заметно гушит флуоресценцию в индукционный период.¹

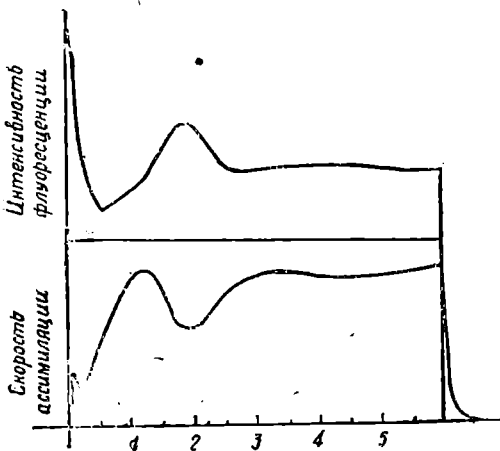
Вторая фаза нормальной кривой флуоресценции — медленный спад интенсивности, который продолжается 2—3 мин. В противоположность первой фазе (возрастанию флуоресценции), скорость убывания флуоресценции

¹ Напомним, что в устойчивой стадии фотосинтеза увеличение концентрации кислорода вызывает увеличение интенсивности флуоресценции. Таким образом, действие кислорода на флуоресценцию хлорофилла в процессе фотосинтеза меняет свой знак.

ции зависит от концентрации углекислого газа: по мере возрастания концентрации CO_2 она убывает (фиг. 8).

Влияние углекислого газа на замедление спада интенсивности флуоресценции особенно наглядно иллюстрируется опытами Франка, Френча и Пука с быстрым введением или удалением больших концентраций углекислого газа в различные моменты индукционного периода (фиг. 9.).

Следует, однако, отметить, что действие углекислого газа на индукционный период недостаточно изучено в деталях. Хотя длительность индукционного периода при возрастании концентрации углекислого газа всегда увеличивается, однако для некоторых растений в области концентрации углекислого газа порядка 0.5% индукционная кривая имеет весьма сложный вид (фиг. 10). Особенно существенно, что кривая для скорости ассимиляции, полученная в тех же условиях, является зеркальным отображением кривой флуоресценции.

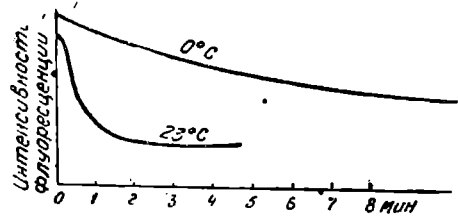


Фиг. 10. Изменение интенсивности флуоресценции и скорости ассимиляции для молодых побегов пшеницы в процессе фотосинтеза при концентрации углекислого газа 0.46% (по данным Мак Алистера и Мейерса).

Там, где интенсивность флуоресценции проходит через максимум, скорость фотосинтеза проходит через минимум и наоборот.

Подобно действию избытка углекислого газа, уменьшение температуры значительно уменьшает скорость спада флуоресценции, как это показано на фиг. 11.

Меньшее, но вполне определённое торможение скорости спада флуоресценции происходит, когда фотосинтезирующий аппарат сильно отравлен прибавлением 2% цианистого водорода.



Фиг. 11. Замедление затухания вспышки флуоресценции при понижении температуры (по Франку, Френчу и Пуку).

Убывание интенсивности флуоресценции можно трактовать как удаление вещества, образование которого в течение первой секунды освещения сопровождается резким подъёмом интенсивности флуоресценции. Это вещество хорошо удаляется не только на свету, но и в темноте. Например, если освещать лист в течение 3 сек. и затем дать темновую паузу более 20 сек., то кривая изменения интенсивности флуоресценции при новом освещении воспроизведёт первоначальную; следовательно, флуоресцирующее вещество, полученное во время первой вспышки, не исчезает вовсе. Но если темновой период между вспышками меньше 20 сек., кое-что из флуоресцирующего вещества остаётся в конце темнового интервала. В этом случае интенсивность флуоресценции в момент нового освещения выше, чем начальная интенсивность при первом облучении (фиг. 12).

Если составить график зависимости «выживания» вещества, способного к флуоресценции, от длительности темнового периода, следующего за первым освещением, то получается кривая, удовлетворяющая уравнению

$$y = e^{-0.405 t}.$$

Среднее время жизни вещества, ответственного за возрастание интенсивности флуоресценции в индукционном периоде фотосинтеза, изучалось и другим путём. Лист был освещён короткой интенсивной световой вспышкой, за которой в качестве индикато-

ра следовал световой поток слабой интенсивности. Слабый свет не способен произвести заметную фотохимическую реакцию, но позволяет продолжить историю ранее произведенных флуоресцирующих веществ.¹

Действительно, если интенсивное освещение листа продолжалось не

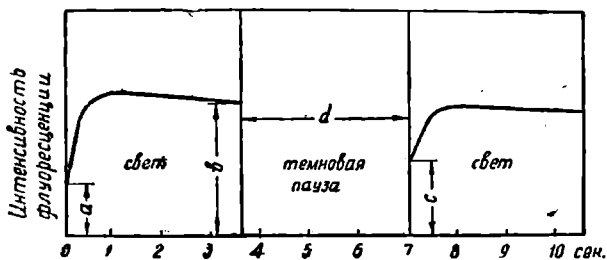
тем спад до нового устойчивого состояния (фиг. 13).

Если же, однако, интенсивность первоначального возбуждения достаточно, чтобы произвести насыщение фотосинтеза ($> 7.4 \cdot 10^4$ эрг/см²/сек.), дальнейшее увеличение интенсивности сразу создаёт новое устойчивое состояние без какой-либо вспышки флуоресценции, соответствующей появлению нового индукционного периода.

По аналогии с описанными выше опытами, где изучалось выживание флуоресцирующего вещества в индукционный период, было исследовано, существует ли запаздывание спада интенсивности флуоресценции в устойчивом состоянии при быстром переходе от сильной интенсивности возбуждающего света к слабой. В установке

Франка, Френча и Пука лист освещался двумя источниками, перед одним из которых был фотографический затвор. Когда затвор был закрыт, интенсивность света, падающего на лист, уменьшилась от $1.1 \cdot 10^5$ эрг/см²/сек. до $0.26 \cdot 10^5$ эрг/см²/сек.

Записывающее устройство работало при наивысшей скорости. При этих условиях невозможно читать запись, полученную за первые 0.1—0.2 сек.,

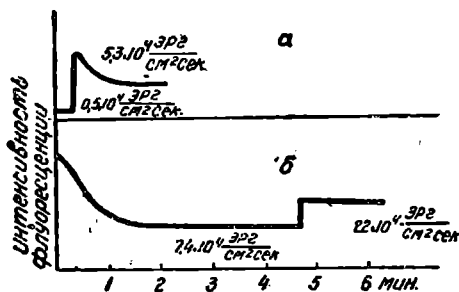


Фиг. 12. Изменение количества флуоресцирующего вещества во время темновой паузы (по данным Франка Френча и Пука).

более 5—6 сек., то в первые 2 сек. индикаторного слабого освещения интенсивность флуоресценции выше нормальной, если же яркое освещение продолжалось несколько минут, то интенсивность флуоресценции, соответствующая слабому освещению, сразу же устанавливается на своём нормальном значении.

Если температура листа понижается до 0°, время, в течение которого наблюдается выживание ярко флуоресцирующего вещества, возрастает. При комнатной температуре среднее время жизни флуоресцирующего вещества 2.5 сек. Тот же эксперимент, произведенный при 0°, даёт среднее время жизни 5 сек.

Если лист освещается светом умеренной интенсивности и интенсивность света внезапно увеличивается после того, как было достигнуто устойчивое состояние, то получается новая вспышка флуоресценции и за-

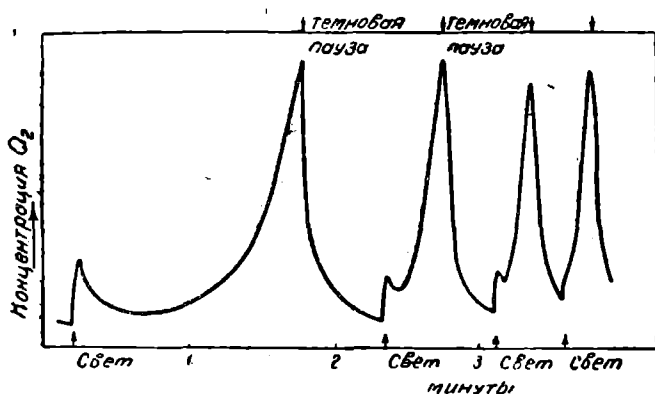


Фиг. 13. а — появление индукционной вспышки флуоресценции при переходе от умеренной к сильной освещённости; б — отсутствие индукционной вспышки флуоресценции при переходе от одной сильной освещённости к другой (по данным Франка, Френча и Пука).

так как гальванометру требуется 2—3 колебания, чтобы приспособиться к таким большим отклонениям. В остатке записи невозможно обнаружить никакого спада флуоресценции.

¹ Во всех опытах Франка, Френча и Пука [5], где интенсивность возбуждающего света изменялась внезапно, одновременно вводились и удалялись фильтры перед фотоэлементом, так что отклонения гальванометра всегда оставались удобно измеряемыми. Соответственно этому изменялся размер единиц, в которых производилось измерение интенсивности флуоресценции.

Верхний предел для длительности выживания поэтому 0.1 сек. Из этих наблюдений следует, что химический процесс, ответственный за вспышку флуоресценции в индукционном периоде, отличен от того, который вызывает увеличение выхода флуоресценции в устойчивом состоянии при высоких интенсивностях возбуждающего света.



Фиг. 14. Изменение окислительно-восстановительного потенциала внутри листа во время освещения (стрелками внизу обозначены моменты включения света, вверху — моменты выключения) (по данным Блинкс и Скоу).

Заканчивая обзор флуоресцентных и абсорбционных методов исследования кинетики фотосинтеза, приведём один пример, ярко характеризующий точность абсорбционных измерений.

При внимательном рассмотрении кривой фотосинтеза (фиг. 3 и 10) бросается в глаза, что фотосинтез начинается с небольшого, но отчётливо выраженного «глотка» растением углекислоты, вслед за этим скорость фотосинтеза падает с тем, чтоб через доли секунды начать возрастать до значения, соответствующего устойчивому состоянию. Ввиду того что вся абсорбционная установка, как уже отмечалось выше, обладает значительной инерцией, о точном отображении явления говорить не приходится. Однако оно вполне реально. Это было показано Блинкс и Скоу [9] другим методом. Указанные авторы определяли количество кислорода, выделяемого растением в процессе дыхания, посредством наблюдения над изменением окислительно-восстановительного потенциала внутри листа. Опыт

ставился следующим образом: один из электродов (ртутный или, чаще, платиновый)¹ прижимался к весьма тонкому фотосинтезирующему слою.² Освещение производилось через агаровую пластинку с нормальным каломелевым электродом. Платиновый электрод был поляризован при 0.5 V, что соответствует восстановлению O_2 до H_2O_2 ; следующее восстановление до

H_2O происходит при 1 V и выше.³ Остаточный ток представляет тогда устойчивое состояние между восстановлением O_2 у электрода и его диффузией из раствора. Этот ток в широкой области давлений кислорода, начиная от чистого азота, хорошо пропорционален концентрации кислорода в растворе.

Полученные Блинкс и Скоу кривые (фиг. 14) показывают, как и можно было ожидать по аналогии с кривыми ассимиляции, быстрый «выход» кислорода в начале индукционного периода, затем скорость выделения кислорода уменьшается с тем,

чтобы через короткое время начать быстро увеличиваться. Из рисунка отчётливо видно, что существует тесная связь между величиной эффекта и длительностью темновой паузы.

4. Поглощение углекислоты растением в темновой период.

Изучение скорости ассимиляции углекислоты экспрессными абсорбционными методами обнаружило весьма любопытный факт. Поглощение углекислоты продолжается некоторое время по прекращении облучения. Это хорошо заметно на фиг. 3 и 10. Это явление не может быть отнесено за

¹ Последний хотя и обеспечивал худший контакт с листом, но гарантировал лист от отравления ртутью.

² Тонкий слой (сотые миллиметра) был необходим для того, чтобы снизить время диффузии. Благодаря этому все изменения, связанные с ассимиляцией, записывались с запаздыванием не больше чем на 0.1 сек.

³ H_2O_2 быстро разрушается каталазой растения; это позволяет избежать влияния на измерение самих перекисей, восстанавливающихся при более высоком потенциале.

счёт инерции прибора, даже если учесть диффузию газа, так как оно имеет длительность порядка минут. Длительность времени, в течение которого происходит поглощение, зависит от концентрации углекислоты. Чем меньше углекислоты, тем длительность больше. При малых концентрациях CO_2 половина времени темнового поглощения больше, чем 1 мин.

Подсчёт количества углекислоты, поглощённой в этой темновой реакции, даёт для числа молекул CO_2 , поглощённых 1 см³ суспензии клеток водоросли, тот же порядок величины, что и для числа молекул хлорофилла. Это чрезвычайно важное заключение, оно явно противоречит утверждению, выдвигаемому гипотезой единиц фотосинтеза,¹ требовавшей, чтобы концентрация углекислого газа, одновременно связанного с аппаратом фотосинтеза, была в тысячи раз меньше, чем концентрация хлорофилла.

Темновое поглощение углекислоты растением было совершенно неожиданно обнаружено и другим методом: при помощи так называемого метода «меченых» молекул [11]. Метод меченых молекул состоит в том, что для ассимиляции вместо обычного углекислого газа употребляется радиоактивный CO_2 , углерод которого получен путём бомбардировки атома бора мощным потоком дейтронов.

Перед выпуском $\text{C}^* \text{O}_2$ в камеру, газ, находившийся там, быстро эвакуировался.² Неассимилированная углекислота по выходе из камеры поглощалась раствором едкого натра, и таким образом можно было определить всё количество радиоактивной $\text{C}^* \text{O}_2$.

¹ Согласно гипотезе единиц фотосинтеза, предложенной Эмерсоном и Арнольдом и получившей наиболее яркое оформление в работе Франка и Герцфельда [15], молекулы хлорофилла объединены в комплексы, содержащие по несколько сот (до тысячи) молекул хлорофилла каждый. С этим комплексом связана одна молекула CO_2 . Энергия, поглощённая любой из молекул хлорофилла, входящей в состав комплекса, утилизируется для восстановления CO_2 , что и объясняет высокий выход фотосинтеза, найденный Варбургом и Негелейном в 1923 г. [10].

² Это не имело, как показали опыты, заметного влияния на скорость фотосинтеза.

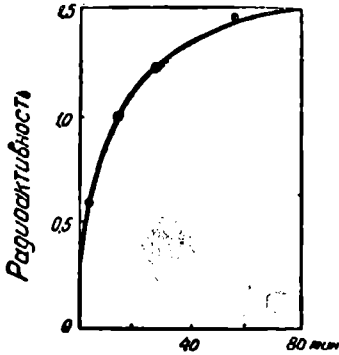
Радиоактивность суспензии клеток¹ измерялась посредством проб по 2 см³. Это количество отбиралось пипеткой и наносилось на кусок фильтровальной бумаги определённых размеров. Фильтровальная бумага высушивалась и затем прикладывалась к окошку счётчика Гейгера. Существенно отметить, что для того, чтобы определять радиоактивность только того углерода, который действительно поглощён клетками, во всех экспериментах, прежде чем измерялась радиоактивность суспензии, удалялись растворённый углекислый газ и карбонаты. Это удаление достигалось посредством добавления неактивного бикарбоната, последующего подкисления и кипячения.

Очевидно, что чувствительность и природа метода индикаторов такова, что наличие обменной реакции очень осложнило бы результаты. Поэтому весьма существенно было бы определить: имеются ли обменные реакции? Это можно сделать, сравнивая скорость фотосинтеза, измеренную с помощью радиоактивной техники, с той, которую дают манометрические методы. Радиоактивный метод должен дать для выхода большие значения, если существуют обменные реакции, в которые вовлекается CO_2 . Однако измерения показали, что эти скорости одинаковы, и если, например, в некоторых условиях для *Chlorella pyrenoidosa* по измерениям с помощью манометра Варбурга скорость фотосинтеза равна 0,22 мм³ CO_2 на 1 мм³ клетки в минуту, то радиоактивные измерения дают 0,21 мм³.

После этих опытов, доказывающих полную применимость метода меченых молекул для изучения кинетики ассимиляции углекислоты, было точно определено временное течение темновой реакции (фиг. 15). Значение насыщения оказалось равным 0,2 мм³ CO_2 на 1 мм³ клетки (т. е. почти равно среднему поглощению CO_2 на свету в 1 мин.).

¹ В качестве подопытных растений в опытах Рубена, Камена и Гассида [11] применялись листья подсолнечника, ячменя или чаще всего одноклеточные водоросли.

Так как темновая ассимиляция углекислоты соответствует всё же очень малой доле углекислого газа, восстановленного на свету, то представлялось необходимым определить с помощью добавочных экспериментов: имеет ли эта реакция какое-либо отношение к фотосинтезу? Это было сделано посредством сравнения вли-



Фиг. 15. Поглощения радиоактивной углекислоты в темноте (по данным Рубена, Камена и др.).

яния различных тормозителей фотосинтеза. В качестве последних были взяты цианистый водород и облучение ртутной линией 2537 Å. Оказалось, что измерение поглощения углекислого газа под действием каждого из названных ингибиторов, определяемое с помощью радиоактивных методов, совпадает с изменением фотосинтеза, определяемого с помощью манометрических методов. Это является веским доводом в пользу утверждения, что темновое поглощение есть первая ступень фотосинтеза.

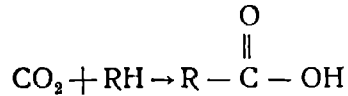
Является ли темновая реакция обратимой? Это было выяснено следующими опытами. После того как *Chlorella pyrenoidosa* подвергалась в темноте действию воздуха, содержащего 3% радиоактивной углекислоты, в течение 20 мин., воздух с радиоактивной углекислотой был откачен и в камеру вводился на несколько минут воздух, содержащий 5% неактивного углекислого газа, и затем снова откачивался. Эта процедура промывания растения посредством неактивного CO_2 повторялась дважды, после чего сравнивалось количество радиоактивного CO_2 в пробе, взятого

из непромытого сосуда с водорослью и промытого. Уменьшение радиоактивности за одно промывание найдено порядка 10%.

Мы указывали выше, что, согласно измерениям радиоактивности, количество поглощённого при темновой реакции углекислого газа будет порядка 0.2 мм³ на 1 мм³ клетки, что соответствует 10⁻⁸ моля углекислого газа на 1 мм³ водоросли. С другой стороны, известно, что средняя концентрация хлорофилла в растении — того же порядка. Это как будто подтверждает многие теории, предполагающие, что первая ступень фотосинтеза есть непосредственная комбинация хлорофилла и CO_2 .

Однако опыты над ячменём, выросшим в темноте и, следовательно, не имеющим заметного количества хлорофилла, и ячменём, выросшим на свету, показали, что оба они поглощают одно и то же количество CO_2 .

Хотя в настоящее время и нет возможности идентифицировать темновое соединение CO_2 с каким-нибудь определённым химическим соединением, тем не менее путём обычных аналитических приёмов было установлено, что радиоактивный углерод присутствует в темновом соединении в виде карбоксильной группы:



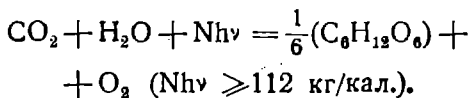
Молекулярный вес темнового соединения был вычислен по скорости седиментации, найденной из опытов с ультрацентрифугированием, и скорости диффузии в двух различных растворителях. Он оказался равным приблизительно 1500.

В свете указанных опытов Ван Ниль [12], Гаффрон [13] и ряд других авторов на конференции по фотосинтезу в Ситтле в 1940 г. поддерживали ту точку зрения, что указанная темновая реакция восстановления углекислого газа не представляет реакцию, характерную для фотосинтезирующих растений, а является общей для всякой живой клетки. Восстановление углекислоты не имеющими хлорофилла организмами (как метановые

бактерии, *B. coli*, *Clostridium sp.* и другие аэробные и анаэробные бактерии) хорошо известно. Естественно предполагать, что первая ступень восстановления углекислого газа одинакова в фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих системах и различие в том, что у первых вторичные реакции происходят как эндотермические (фотохимические), а у вторых как экзотермические.

Квантовый выход фотосинтеза

Химическая реакция, приводящая к образованию карбогидрата из углекислого газа и воды, требует, по крайней мере, 112 ккал. на моль;



В живом листе фотосинтез происходит за счёт красного света, что соответствует, примерно, 38—40 ккал. на моль. Отсюда максимальный квантовый выход этого процесса не может быть больше 0.31—0.34.

Первое определение квантового выхода фотосинтеза было сделано Варбургом и Негелейном в 1923 г. [10]. Эти авторы определяли количество ассимилированной углекислоты по изменению давления газа, возникающего в результате различной растворимости углекислого газа и кислорода. Для опытов ими была избрана водоросль *Chlorella vulgaris*. Освещение производилось с помощью монохроматического света различных длин волн; измерения радиации — с помощью болметра, градуированного по лампе Гефнера. После небольших поправок (на абсорбцию каротиноидами) Варбург и Негелейн нашли, что квантовый выход при 6600, 5780, 5461 и 4365 Å практически один и тот же и равен приблизительно 25%, т. е. очень близок к максимально возможному.¹

Это обстоятельство создавало большие трудности для понимания механизма фотосинтеза. Необходимо было предполагать почти полное отсутствие

рассеяния энергии путём дезактивации возбуждённого хлорофилла и во всех промежуточных реакциях, что плохо увязывалось с малым выходом как флуоресценции, так и фотохимических реакций выцветания хлорофилла и исключало возможность обратных реакций во всех звеньях фотосинтеза.

В 1937 и 1938 гг. в США была проделана серия работ [17] по новому определению квантового выхода фотосинтеза. Методика определения выхода применялась самая разнообразная. С одной стороны, определялось количество ассимилированной углекислоты и количество выделенного кислорода с помощью методов газового анализа, с другой стороны — применялись различные абсорбенты углекислого газа и кислорода (аскарит для углекислого газа и жёлтый фосфор для кислорода), и, наконец, для определения выхода были привлечены и калориметрические методы. Так же, как и в опытах Варбурга и Негелейна, объектом служила водоросль.¹ Освещение производилось, как и в опытах Варбурга, монохроматическим светом.² Источником света служила ртутная лампа сверхвысокого давления, что позволило получить для ряда линий (в первую очередь для линии 5461 Å) интенсивности в десятки раз большие, чем у Варбурга. Количество поглощённой световой энергии определялось с помощью термозлемента, при этом были сделаны поправки на отражение и рассеяние света. Кроме того, вводились чисто физиологические поправки на дыхание растения.³ Температура поддерживалась при 25°.⁴

¹ В отличие от опытов Варбурга, применялась не *Chlorella vulgaris*, а более определённая культура *Chlorella pyrenoidosa*, которая употреблялась в ранее описанных опытах по флуоресценции и фотосинтезу. Опыты с *Chlorella vulgaris* дали в общем те же результаты.

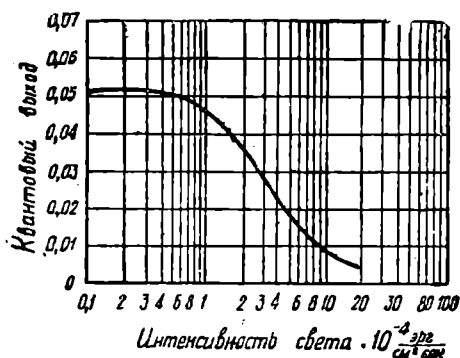
² Инфракрасная и ультрафиолетовая часть спектра были исключены с помощью специальных фильтров.

³ По мнению Маннинга, Стауффера, Дуггара и Даниэлса, неверный учёт этой поправки, очень большой в условиях эксперимента Варбурга и Негелейна, и создал большую ошибку в их работе.

⁴ В опытах Варбурга 10°.

¹ Что касается выхода флуоресценции в живом листе, то он очень мал (порядка 0.15—0.2%).

Отдельные значения выхода колебались в очень широких пределах — от 4 до 8%. Однако никогда не были получены столь большие значения, как это наблюдалось у Варбурга и Негелейна. Из совокупности всех опытов авторы считают наиболее вероятным значением квантового выхода фотосинтеза 5—6%, т. е. в 4 раза меньше, чем у Варбурга и Негелейна.



Фиг. 16. Изменение квантового выхода фотосинтеза в зависимости от интенсивности освещения листа (по данным Маннинга, Стауффера и др.).

Небезынтересно отметить, что значение квантового выхода, как показали дальнейшие опыты авторов с освещением полихроматическим солнечным светом, весьма зависит от интенсивности падающего света (фиг. 16), значение выхода 5—6% наблюдается лишь в области умеренных интенсивностей $1-6 \cdot 10^3$ эрг/см²·сек.¹

О теории фотосинтеза

При обилии экспериментальных данных, относящихся к фотосинтезу, естественно желать стройной теории этого процесса, рационально объясняющей все изложенные факты и освещающей путь для дальнейших исследований. Такой теории в настоящее время ещё нет. И это вполне понятно. Фотосинтез есть очень сложный процесс, в котором принимают участие не только хлорофилл, углекислый газ и вода, но и, как пока-

зали радиоактивные измерения, какой-то акцептор CO₂, имеющий молекулярный вес около 1500. Наконец, из измерений выхода следует, что процесс фотосинтеза протекает ступенчато, т. е. через ряд промежуточных соединений.

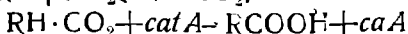
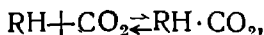
В силу такой сложности процесса большинство исследователей ограничивается созданием гипотез, пытающихся объяснить те или иные детали явления, и не претендует на объяснение явления в целом. Большой заслугой Франка и Герцфельда являются их попытки наметить основные черты теории, которая могла бы свести воедино многочисленные факты, наблюдаемые столь различными методами.

Первая теория фотосинтеза, предложенная ими в 1937 г. [15], просуществовала всего 3—4 года. Участие второй, опубликованной в 1941 г. [16], вероятно будет та же. Тем не менее, при том внимании, которое уделяется экспериментаторами (физиками, химиками, биологами, ботаниками) проблемам фотосинтеза, наличие какой-то единой теории, направляющей усилия экспериментаторов по определённому плану, всегда плодотворно. Мы лишены здесь возможности приводить какие-либо доводы в защиту основных положений теории Франка и Герцфельда. Это потребовало бы специальной статьи. Ограничимся очень кратким изложением положений без всякой дискуссии.

По Франку и Герцфельду [16], восстановлению одной молекулы CO₂ соответствует длинный ряд реакций, в которых, кроме молекулы акцептора, углекислого газа, хлорофилла, воды и промежуточных соединений хлорофилла, принимают участие ещё три катализатора. Главнейшими реакциями являются предварительная темновая реакция карбоксилирования и восемь фотокимических. Темновая реакция карбоксилирования происходит с помощью акцептора RH (не хлорофилла) и катализатора A¹ по следующей схеме:

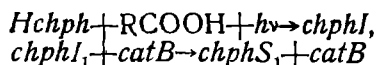
¹ В опытах Варбурга интенсивность была равна $1 \cdot 10^3$ эрг/см²·сек.

¹ Отравление фотосинтеза цианидами, по мнению Франка и Герцфельда, вызывается отравлением катализатора A.



Сущность главных фотохимических реакций сводится к тому, что возбуждённый хлорофилл действует как донор водорода и передаёт атом водорода соединению $RCOOH$. Эта передача происходит посредством образования комплексного нестабильного соединения хлорофилла и молекулы $RCOOH$ или её производных.

Возникающее промежуточное соединение хлорофилла стабилизируется катализатором B или быстро распадается:



Здесь $Hchph$ означает нормальный хлорофилл, $chph$ — монодегидрофилл, $chphI_n$ — n -ое не стабильное промежуточное соединение хлорофилла, $chphS_n$ — n -ое стабильное соединение хлорофилла.

Монодегидрохлорофилл, входящий в состав промежуточного соединения, может, по мнению указанных авторов, получить обратно атом водорода за счёт окисления воды. Для этого также требуется поглощение кванта света и участие того же катализатора B^1 , который и стабилизирует перенос атома водорода от воды к монодегидрохлорофиллу, входящему в состав промежуточного соединения, т. е. $chphI_1$ переходит в $HchphS_1$.

В процессе окисления воды образуются перекиси, которые разлагаются с помощью особого катализатора C . Последний существует в двух формах: неактивной и активной, причём активизация производится светом.

В третьем акте абсорбции $Hchph S_1$ превращается опять с помощью катализатора B в $chphS_2$; в четвёртом $chphS_2$ восстанавливается за счёт

¹ Катализатор B предполагается универсальным для стабилизации всех фотопродуктов. По мнению Франка и Герцфельда, после каждого акта катализа молекула катализатора B делается неактивной, и требуется время для её восстановления (реакция первого порядка). Аналогично требуется время и для регенерации молекулы A после каждого акта катализа.

окисления воды в $HchphS_2$. Всего актов абсорбции восемь.

Мы уже указали в начале настоящего параграфа, что мы не предполагали дискутировать всех многочисленных, подчас очень искусственных построений теории Франка и Герцфельда. Но всё же мы хотели бы отметить, что усилия экспериментаторов, по нашему мнению, должны быть направлены на доказательство самого основного положения авторов, что хлорофилл в фотосинтезе выступает как донор и как акцептор водорода. Это положение, как известно, выдвигалось многими авторитетами в биологии, как, например, Вильштеттер, Штоль и др.^[17].

В пользу этой гипотезы как будто свидетельствуют опыты Порре и Рабиновича^[18], а также Левингстона^[19], обнаруживших обратимое выцветание хлорофилла в отсутствие кислорода. Однако против говорит, прежде всего, то, что возникающий монодегидрохлорофилл должен быть бесцветен вследствие разрушения системы сопряжённых двойных связей. В связи с этим совершенно непонятно, как он может возвратить атом водорода во втором акте абсорбции красного света. Правда, у Франка и Герцфельда хлорофилл и монодегидрохлорофилл входят в состав комплекса, и их свойства могут быть несколько иными. В частности, Франк и Герцфельд считают возможным существование зелёного монодегидрохлорофилла, но, очевидно, здесь необходимы веские доказательства.

Литература

- [1] К. А. Тимирязев. Солнце, жизнь и хлорофилл. Москва — Петроград 1923. — [2] М. С. Цвет. Хромофиллы в растительном и животном мире. Варшава, 1910; см. также: Б. Я. Свешников. Хроматографический и люминесцентный абсорбционный анализ по методу М. С. Цвета. Природа, 1941, № 6, стр. 14. — [3] Ch. Dhéré. La fluorescence en biochimie. Paris, 1937. — [4] E. L. Nichols a. E. Meritt. Phys. Rev., 19, 18, 1904. — [5] J. Frank C. S. French a. T. T. Puck. J. Phys. Chem. 45, 1269, 1941. — [6] H. Kautsky u. Mitarb. Naturwiss., 19, 964, 1043, 1931; 24, 317, 1936; 26, 576, 1938; Ber., 65, 1762, 1932; 66, 1588, 1933; 68, 152, 1935; Bloch. Zs., 274, 423, 435, 1934; 277, 250, 1935; 278, 323, 1935; 302, 1137, 1939. — [7] E. D. Mac Alister a. J. Meyers. Smithsonian Misc. Collect., v. 99, № 6, p. 1—39, 1940. — [8]

- O. Warburg. *Biochem. Zs.*, 103, 198, 1920.—[9] L. R. Blinks a. R. K. Skow. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 24, 420, 1938.—[10] O. Warburg u. E. Negelein. *Zs. Phys. Chem.*, 106, 191, 1923.—[11] S. Ruben, M. D. Kamen, W. Z. Hassid a. D. C. Devault. *Science*, 90, 570, 1939; S. Ruben, M. D. Kamen a. W. Z. Hassid. *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 3443, 1940; S. Ruben, M. D. Kamen a. L. H. Perry. *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 3450, 1940; S. Ruben a. M. D. Kamen. *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 3451, 1940.—[12] C. B. Van Niel. A. A. A. Symposium on Photosynthesis Seattle, 1940.—[13] H. Gaffron A. A. A. Symposium on Photosynthesis Seattle 1940; *Science*, 91, 529, 1940.—[14] W. M. Manning, J. F. Stauffer, B. M. Duggar a. F. Daniels, *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 266, 1938; W. M. Manning, C. Juday a. M. Wolf. *Ibid.*, p. 274.—[15] W. Arnold a. R. Emerson. *J. Gen. Physiol.*, 15, 394, 1932; 16, 191, 1932; J. Frank a. R. Herzfeld. *J. Chem. Physic.*, 5, 237, 1937.—[16] J. Frank a. R. Herzfeld. *J. Phys. Chem.*, 45, 976, 1941.—[17] Stoll u. Wiedemann. *Helv. chim. Acta*, 15, 1128, 1280, 1932; 16, 183, 739, 1933; Willstätter. *Naturw.*, 20, 628, 955, 1932.—[18] Porret a. Rabinowitch. *Nature*, 140, 321, 1937.—[19] R. Livingston. *J. Phys. Chem.*, 45, 1312, 1941.
-

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ФЛОРЫ СЕВЕРНЫХ ПОЛЯРНЫХ СТРАН

В. Б. СОЧАВА

Вопрос о происхождении флоры и растительных группировок северных полярных стран трактуют по-разному. Необходимой предпосылкой для разрешения этого вопроса является реконструкция древних третичных и раннечетвертичных ландшафтов территорий, находящихся сейчас к северу от полярного круга.

Уже в нижнетретичное время бо́льшая часть этих территорий представляла собою сушу. Под морем находились в то время лишь север Западно-Сибирской низменности и равнинные пространства бассейнов Анадыря и Пенжины.

В эоцене и миоцене суша шла далеко на север. Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова и о. Врангеля были в соединении с Евразийским материком. Арктический (Канадский) архипелаг и Гренландия представляли единое целое с материком Северной Америки, а этот последний находился в соединении с Евразией посредством суши на месте современного Чукотского моря и Берингова пролива. Лишь на месте Гренландского (в эоцене) и Баренцева (в миоцене) морей существовал широкий пролив, соединявший Атлантический океан с Центральным полярным бассейном. К концу третичного периода береговая линия Гренландии и Скандинавского п-ова совпадала с границей современного шельфа. В начале квартала водообмен между Полярным бассейном, Атлантикой и Тихим океаном был ещё непостоянным и временами нарушался благодаря поднятиям так называемых порогов Томсона и Нансена на севере Атлантики и колебательным движениям земной коры в области древнеберингийской суши.

В палеогене современные полярные страны представляли ландшафт ле-

сов влажной умеренной зоны. Остатки флоры неморального типа (лещины, бук, дубы, клены, ясень, платан, многочисленные тополя, магнолия и др.), а также древние формы голосемянных (болотный кипарис, секвой, гинкго) очень обычны в нижнетретичных отложениях современной Арктики. Примерно одна и та же комбинация видов обнаруживается в отложениях различных районов Арктики Евразии и Северной Америки. Флора эта, расцвет которой А. Н. Криштофович относит к промежутку времени от верхнего эоцена до среднего олигоцена, чрезвычайно обильна.

Значительно более скудны палеоботанические данные конца третичного периода — плиоцена. Тем не менее, в настоящее время есть достаточные основания предполагать, что в конце плиоцена и, возможно, в раннем плейстоцене ландшафт полярных стран приближался к природным комплексам бореальной зоны. В бассейне р. Омолоя, бассейне р. Колымы и в бассейне р. Анадыря росли хвойные (*Picea Wollossowiczii*, *P. anadyrensis*, *Pinus monticola*), типа современных представителей калифорнийской тайги. Таким образом, во всяком случае в полярной Азии, конец плиоцена — начало плейстоцена знаменовались природными комплексами хвойного леса, структурно и флористически обеднённого по сравнению с аркто-третичной неморальной растительностью.

На протяжении третичного периода в современных полярных странах, видимо, непрерывно происходил отбор холодостойких форм, вытесняющих более термофильный элемент. Этот процесс наиболее бурно протекал в последние фазы третичной эпохи; однако к формированию растительных группировок арктического типа он не

привёл, так как даже в районах, которые в третичный период в связи с миграцией полюса входили на некоторое время в состав территорий, лежащих внутри полярного круга, физико-географический процесс не переставал благоприятствовать древесной растительности.

Если принять во внимание миграцию северного полюса в том виде, как это указывается Кеппенем и Вегенером, то окажется, что отдельные районы Берингиды входили в состав полярных стран с эоцена до плиоцена, но в четвертичный период снова находились в условиях умеренной солярной зоны. В миоцене в состав полярных стран включается север Якутии (устье Анабары, низовья Оленека, Лены и значительная часть бассейнов Яны, Индигирки и Колымы).

В элигоцене и миоцене к северу от полярного круга находились значительные пространства современной суши в Северной Америке; но в отношении того, что ландшафт при этом ни в коей мере не носил арктического характера, у нас не возникают сомнения, поскольку остатки неморальной лесной флоры для этого периода на Американском континенте особенно обильны. Самое северное местонахождение этой флоры относится к $81^{\circ} 30'$ с. ш. на Земле Гринеля. Неморальный характер растительности бассейна Анадыря в олигоцене — эоцене также подтверждается палеоботаническими данными.

В плиоцене положение северного полюса было таково, что даже самые северные участки современной суши в Евразии находились в области умеренной солярной зоны. В Америке наблюдалось обратное положение вещей. Там в состав полярных областей в плиоцене входили: почти вся Гренландия, часть Лабрадора, значительная часть Канады и Аляска. Есть основание предполагать, что отбор холодостойких растительных форм и отмирание термофильных в плиоцене в Северной Америке происходили более интенсивно, чем в Евразии; однако существование при этом до начала квартала фитоценозов арктического типа представляется сомнительным. Дело в том, что вероятная для той

эпохи циркуляция атмосферы не должна была благоприятствовать существованию на севере Американского континента арктического ландшафта. Значительно большая площадь суши за счёт современного шельфа Полярного бассейна, а также участков суши на севере Атлантического океана и Берингова моря, лишь временами существовавшая связь между Атлантическим и Тихим океаном, с одной стороны, и Полярным бассейном, с другой, — всё это, вместе взятое, ограничивало проникновение морского арктического воздуха на материк, низкая температура и высокая влажность которого определяют наиболее характерные черты арктического режима, в особенности в вегетационный период. Морской арктический воздух должен был вытесняться полярным континентальным, который в высоких широтах характеризуется низкими температурами не в вегетационный период, а главным образом зимой, в силу чего не перестает благоприятствовать растительности бореального типа.

По Вегенеру, в эоцене полюс находился в Тихом океане; в олигоцене — миоцене он пересекал берингийскую сушу. Можно предположить, что под охлаждающим влиянием полюса происходило вымирание теплолюбивых форм и возникновение тундрового типа растительности. К такому выводу склоняется А. Н. Криштофович, по мнению которого «соответственные фауны и флоры возникали и развивались вместе с полюсом, а с переходом его в другие области они и распространились в соответственные районы». При таком положении вещей разрешается вопрос о времени и месте возникновения флоры и фитоценозов современных полярных стран. Колыбелью арктической флоры, присоединяясь к этой точке зрения, приходится признать Берингию, а время её возникновения — не позднее миоцена. Однако такое заключение не подтверждается анализом систематического состава флоры Арктики и географического распространения её компонентов.

Фитогеография и генетическая систематика арктических форм скло-

няют к выводу, что возникновение арктического ландшафта должно быть отнесено к четвертичному периоду.

Начало квартера, как известно, знаменовалось широким распространением оледенения. Ледники, неоднократно покрывавшие в течение плейстоцена северную окраину материков, освободили значительную часть территории от всякой растительности и способствовали вымиранию значительной части третичной флоры на площади современной Арктики.

Основным фактором оледенения является космическая причина — изменение в количестве солнечной радиации, но развитие ледниковых покровов сопровождалось рядом пертурбаций тектонического и геофизического порядка, под совокупным влиянием которых и сформировался физико-географический процесс в высоких широтах.

В начале плейстоцена имели место значительные опускания стелльных участков земной коры в полярных странах; площадь суши при этом значительно сократилась, сформировалась современная береговая линия и произошло отчленение от материка многих островов. Намечающееся соотношение между сушей и морем определило и особенности циркуляции атмосферы. Уже в начале плейстоцена должны были наметиться и основные провинциальные подразделения полярной суши; влажная атлантическая Арктика, континентальные пространства на севере центральной Сибири и Канады и занимающая промежуточное положение берингийская Арктика.

Оледенение в каждой из этих провинций протекало по-разному. Наиболее значительным было оледенение атлантических полярных стран. Здесь оледенение приближалось к сплошному, имело несколько фаз и в высоких широтах знаменовалось по крайней мере одним межледниковым периодом.

В Таймырском округе и на севере Якутии, а также на Арктическом архипелаге, на побережье зал. Амундсена и моря Бофорта (к востоку от устья р. Мекензи) даже в разгар оледенения оставались в общем боль-

шие пространства, свободные от льда.

В сфере берингийских морских влияний, на Чукотском п-ове, в бассейне Анадыря, в бассейне Пенжинской губы и в прилегающих районах, а также на Аляске оледенение горного типа имело довольно широкое распространение, хотя и не было сплошным. Вещественными остатками этого оледенения являются современные небольшие леднички в горах Аляски и Корякского хребта.

С биогеографической точки зрения важны не только самые размеры оледенения, но и условия существования фауны и флоры в период развития ледниковых явлений. В этом отношении также можно предполагать существенные провинциальные отличия. В приатлантической Арктике, где устойчиво пребывали холодные и влажные морские массы воздуха, безлесный ландшафт тундрового типа должен был довольно далеко распространяться на юг от кромки льда. В континентальном азиатско-американском секторе тундровый ландшафт, видимо, локализовался лишь в высоких широтах, так как летний континентальный полярный воздух благоприятствовал древесной растительности. Берингийские страны в этом отношении занимали промежуточное положение. Таким образом, сохранение доледниковых реликтов в берингийской Арктике, на севере центральной Сибири, Арктическом архипелаге и севере Канады не может подлежать сомнению. Как утверждают некоторые авторы, доледниковые реликты сохранились даже на севере Исландии, Гренландии и Скандинавского п-ова.

На небольших участках, свободных от льда и расположенных среди необозримых полей льда и фирна, было возможно существование растительности. Это общепринятое в настоящее время положение основано на том, что понижение температуры в период оледенения, учитывая даже то охлаждение, которое производил сам ледник дополнительно к охлаждению, вызванному изменениями солнечной радиации, по сравнению с современной температурой в Арктике не было особенно велико. Кроме того, факты

современного распространения растений показывают, что у самого края ледника может развиваться довольно разнообразная растительность. На ничтожных по площади нунутаках, среди колоссального гренландского ледника, зарегистрировано около 30 видов высших растений, произрастающих на высоте свыше 1500 м над ур. м. Существованию этих растений не препятствуют ни широта местности, ни высота над уровнем моря, ни охлаждающее влияние гренландского ледникового щита.

Рассмотрение основных моментов палеогеографии полярных стран приводит к заключению, что тундровый ландшафт, т. е. специфический для современных полярных стран климатический процесс и сопутствующие ему явления выветривания земной коры, гидрологический режим, почвообразовательный процесс и фитоценозы представляются новообразованием, которому до плейстоцена не было места в северном полушарии.

Новообразованием четвертичного периода является и флора полярных стран, как определённое сочетание растительных форм; то же самое относится к фитоценозам, как определённым структурным и экологическим типам. Что же касается компонентов арктической флоры и тундровых фитоценозов, то они представляются древними видовыми типами, морфологически почти не изменёнными с раннетретичного времени.

Многие представители арктической флоры относятся к древним родам или же секциям и видам, резко и хорошо обособленным и морфологически наметившимся на ранних этапах филогении соответствующих групп. С этим обстоятельством связана небольшая морфологическая изменчивость полярной флоры, во всяком случае в отношении конституционных признаков. Сейчас, когда многие систематические группы арктической флоры подвергнуты обстоятельной монографической обработке, уже не остается сомнений в том, что циркумполярный аркто-альпийский элемент в целом не характеризуется тенденцией образовывать географические расы, подвиды и тем более географи-

ческие замещающие виды, несмотря на огромный ареал, в отдельных своих частях экологически, казалось бы, неравноценный. В значительной мере это объясняется древностью многих форм; в качестве же добавочной причины выступает жизненная среда, которая для большинства растений находится на грани их экологической амплитуды и при таких условиях сужает возможности изменчивости формы.

Уже в XVIII ст. было известно, что ряд растений, свойственных Арктике, встречается также и в высокогорных областях, причём районы распространения одного и того же вида часто находятся на значительном расстоянии друг от друга.

Объяснение аркто-альпийским дизъюнкциям впервые дал Эд. Форбе (1846) и независимо от него Ч. Дарвин (1859). Оно сводилось к тому, что альпийская флора Европы и Азии, поскольку она тождественна арктической флоре, представляет собою фрагмент флоры, проникшей с севера; сама же миграция растительных форм ставилась в связь с оледенением. В дальнейшем усилиями ряда фитогеографов было установлено, что аркто-альпийский элемент флоры центром своего возникновения (за небольшим исключением) имеет высокогорные области умеренных широт и что в большинстве случаев арктическая часть ареала аркто-альпийских форм представляется более молодой, сформировавшейся в процессе миграции высокогорных растений в Арктику в период оледенения.

В результате сопоставления флористических списков выявилось следующее положение, в общих чертах отмеченное ещё в 1867 г. Кристофом: большинство арктических растений вне Арктики встречается лишь в горах Азии. Связь между флорой Арктики и флорой высокогорных областей Азии выражена наиболее резко. Менее значительна связь арктической флоры с высокогорной флорой Северной Америки (Кордильерами); ещё в меньшей степени намечается связь арктической флоры с флорой альпийской области Европы. Таким образом, высокогорные области северной Азии

выступают в качестве основного центра происхождения арктической флоры, точнее — её аркто-альпийского элемента.

В период максимального оледенения как в Европе, так и в Азии и Северной Америке климатические условия в достаточной степени благоприятствовали обмену флор между высокогорными областями и Арктикой. При таких условиях несомненно возникает вопрос: почему основные пути миграции растительных форм в Арктику были с гор Азии и почему европейские Альпы не сыграли сколько-нибудь заметной роли в качестве центра происхождения арктической флоры?

А. И. Толмачев (1932) полагает, что флористическому обмену между Арктикой и южносибирскими горами благоприятствовало наличие между ними значительных поднятий, отчасти безлесных в настоящее время и, вероятно, бывших безлесными в большей мере в период оледенения.

В Америке подобный обмен флорами облегчался меридиональным простиранием Кордильерских цепей. Указанные соображения не лишены известных оснований. Наряду с этим нельзя не признать, что в Европе ледниковый покров проникал на юг дальше, чем в Азии и Америке. В период максимального оледенения установилась полная возможность флористического обмена между Альпами и перигляциальными пространствами. В процессе этого обмена существенно обогатилась высокогорная флора Альп, но приращения арктической флоры за счёт древнеальпийских форм при этом в сколько-нибудь ощутимом размере не произошло.

Причина заключается не только в лёгкости флористического обмена, но и в возрасте альпийских сооружений Европы. Возникнув незадолго до начала оледенения, европейские Альпы не успели ещё сформировать свою высокогорную флору. Это произошло не только в силу недостаточности фактора времени, но и потому, что новообразованное горное сооружение — европейские Альпы — было окружено флорой тропического типа, приспособление компонентов которой

к высокогорному режиму представляло собою процесс коренной экологической и общебиологической перделки.

Большинство характерных представителей аркто-альпийской флоры явно старше периода альпийской складчатости.

Прежде всего, в отношении довольно значительной группы аркто-альпийских форм остается невыясненным вопрос об их родоначальных типах. Это положение вряд ли имело бы место, если бы возникновение указанной группы относилось к периоду альпийского орогенического цикла.

Большая часть секций характернейшего аркто-альпийского рода *Saxifraga* наметилась, как показал Энглер, ещё в середине третичного периода.

Для аркто-альпийской флоры характерны монотипные роды, например *Loiseleuria procumbens*, в древности которых не приходится сомневаться. Единственный аркто-альпийский вид рода *Sibbaldia* — *S. procumbens* представляется наиболее близким к исходному типу рода (О. А. Муравьева, 1936). Можно привести ряд других примеров такого же рода.

В других условиях находятся области мезозойской складчатости, концентрирующиеся в основном на востоке Азии и западе Северной Америки. Возникшие в меловой период огромные горные сооружения в восточном Китае, Приморье и в Верхоянско-Колымском районе, а также мезозойские цепи северо-американских Кордильер представляли собой высокогорный ландшафт, в пределах которого выработка экологического и морфологического типа горно-тундровых растений могла начаться в самом начале периода широкого распространения покрытосемянных на земном шаре.

Очень важно также то обстоятельство, что самый крайний восток Азии с мелового периода находился в области умеренного климата и умеренной внетропической растительности, компоненты которой с большей лёгкостью приспособлялись к высокогорному режиму. В этом последнем отношении мезозойские горные сооружения на востоке Азии были в более благоприят-

ятном положении по сравнению с областью мезозойской - складчатости в Америке. Наконец, горные мезозойские цепи Азии выступали как основной центр формирования аркто-альпийской флоры ещё и потому, что на востоке Азии вообще находился основной очаг видообразования мезофильной ветви флоры покрытосемянных.

Итак, большая часть аркто-альпийских растений в полярных странах — выходцы из горных областей восточной Азии. Пути проникновения горной азиатской флоры шли на север или через заенисейскую Сибирь, и вполне естественно, что тундры центральной и восточной Сибири наиболее насыщены этим элементом, в частности и за счёт таких форм горно-азиатского происхождения, которые в других районах Арктики не встречаются (*Rhododendron fragrans*, *Oxygraphis glacialis*, *Gentiana prostrata* и др.).

Точно так же имело место проникновение в Арктику высокогорного элемента Кордильер, по вероятному предположению А. И. Толмачева, на дальнейшем этапе развития арктической флоры. К числу характерных представителей аркто-альпийской флоры, которым приписывают американское происхождение, относится *Dryas* и ряд других форм.

Наименьшее участие принимали в формировании флоры полярных стран альпийские цепи Европы. Тем не менее, некоторые аркто-альпийцы имеют европейское происхождение.

Итак, значительная часть аркто-альпийских растений имеет альпийские корни. Наряду с этим не может быть исключена возможность происхождения части аркто-альпийцев за счёт древнего арктического элемента. Еще Энглер, делая соответствующие допущения, полагал, что арктическая (по месту возникновения) часть аркто-альпийских растений должна быть в конечном итоге выведена от альпийских предков, но от альпийских форм их, произраставших в пределах теперешней Арктики. К числу этих растений, по Энглеру, относятся некоторые полярные ивы, некоторые осоки и кассиопеи. Повидимому, к этой категории относится

злак *Pleuropogon Sabinii*, часто встречающийся в арктической области, долгое время считавшийся эндемичным для Арктики родом, но позднее обнаруженный в небольшом количестве местонахождений на Алтае и в Калифорнии.

Таким образом, аркто-альпийский элемент флоры полярных стран делится на две группы: 1) аркто-альпийцев альпийского происхождения и 2) аркто-альпийцев арктического происхождения.

Третью группу составляют виды, ареал которых замыкается полярными странами (собственно Арктикой и прилегающей к ней субарктической областью) и которые представляют собою морфологически и экологически видоизменённый аркто-третичный элемент. К числу таких растений относятся некоторые злаки: *Dupontia Fischeri*, *Hierochloë pauciflora*, виды *Phippisia*, *Arctophila fulva* и растения других семейств. Характерной особенностью этих дериватов аркто-третичной флоры является их экологическая и морфологическая специализация в обстановке полярного ландшафта.

Четвёртую группу составляют аркто-третичные формы, лишь экологически приспособившиеся к новой обстановке, но морфологически оставшиеся или неизменными или изменившимися в одинаковой мере на протяжении всего своего современного ареала, захватывающего, кроме Арктики, бореальную зону и частично неморальную. К числу таких растений относятся, прежде всего, некоторые вечнозелёные кустарники, в частности брусника (*Vaccinium vitis idaea*) и ботульник (*Ledum palustre*).

Формы с неоппадающей листвой выработались в обстановке по крайней мере умеренной климатической зоны, но сам этот признак оказался полезным в условиях арктического ландшафта, при краткости вегетационного периода. Сохранили этот признак и многие формы, первоначально приспособившиеся к высокогорному режиму (*Cassiope*, *Diapensid* и др.) и уже впоследствии широко распространившиеся циркумполярно.

В общем, в отношении довольно значительной группы арктических растений приходится предполагать её происхождение путём трансформации аркто-третичной флоры, непосредственно населявшей современные полярные страны.

При этом может возникнуть вопрос о существовании в пределах полярных стран какого-то центра или очага формирования арктической флоры за счёт древнего элемента.

В качестве такого центра многие авторы называют северо-восток Азии и Аляску. Здесь в районе, тяготеющем к Берингову морю, наблюдается значительное фаунистическое и флористическое разнообразие, наличие ряда эндемичных форм, и сам органический мир этих мест несёт отпечаток древности. В русской биогеографической литературе на эту область обратил внимание П. П. Сушкин (1925), показавший, что берега Берингова моря заключают древние реликтовые формы. Впоследствии Тугаринов (1929, 1934) высказал предположение, что Берингия является местом возникновения арктической фауны. Этот процесс формирования арктической фауны в Берингии, по Тугаринову, начался в миоцене за счёт древнего третичного элемента и закончился в предвиурмское время. Аналогичную точку зрения высказывают и применительно к флоре.

Возражения против этой гипотезы были сделаны Сочава (1933) и Толмачевым (1935). Первый из этих авторов на основании анализа флоры бассейнов Анадыря и Пенжинской губы утверждал, что свойственный Берингии древний элемент флоры, придающий растительности этой области столь своеобразный колорит, ничего не имеет общего с тундровыми растениями и не мог принимать участие в формировании циркумполярной тундровой флоры. Что же касается собственно арктического элемента, то таковой является наиболее молодым во флоре Берингии; его роль начала усиливаться лишь с конца голоцена. А. И. Толмачев, сопоставляя списки растений из различных районов Арктики, также пришёл к заключению, что флористическое

богатство Берингии обусловлено насыщенностью её флоры элементами, более характерными для Берингии, как таковой, нежели для Арктики в целом.

Признание Берингии центром возникновения арктической флоры в такой же мере согласуется с гипотезой Вегенера о миграции полюсов, как и противоречит ей. Прохождение полюса через берингийскую сушу в период между олигоценом и миоценом хотя и вызвало охлаждение и, очевидно, вымирание теплолюбивых форм, но сопровождалось климатическими условиями и общей экологической обстановкой, отличной от свойственной Арктике в настоящее время. Кроме того, с плиоцена на длительный период Берингия снова вступила в область умеренного соляного климата и новообразованные холодостойкие формы должны были деградировать, практически — исходить убежище в горах. Таким образом, охлаждающее влияние полюса в области Берингии должно было усилить в конечном итоге процесс формирования альпийской флоры, который в области мезозойской складчатости на востоке Азии и западе Америки и без того, как упоминалось, имел достаточные предпосылки. В связи с этим на северо-востоке Азии намечился, видимо, вторичный центр видообразования альпийских форм, с которым могут быть связаны горно-тундровые растения, сейчас локализованные в своём распространении горными тундрами восточной Азии. Растения эти свойственны и для тундровых фитоценозов Чукотского п-ова, бассейнов Анадыря и Пенжины, в которые они проникли уже на последних этапах развития тундровой растительности (*Dicentra peregrina*, *Rhododendron kamtschaticum*, *Cassiope Redowskiana*, *Sieversia selinifolia*, *Wahlenbergia expansa*, *Parrya Ermani*, *Carex stenantha* и ряд других). Частично элемент этой флоры захватывает высокогорные области Японии.

А. И. Толмачев центром формирования наиболее древней «эуарктической» флоры, за счёт поздне-третичной умеренной растительности, считает непокрывавшиеся ледником уча-

стки суши от восточного Таймыра и Хатанги на западе до земли Пири и северных окраин Гренландии на востоке. Основным аргументом в пользу реальности такого очага видообразования является наличие именно здесь значительных пространств суши, не покрывавшихся ледником. Однако позволительно поставить вопрос, действительно ли этот факт является необходимой предпосылкой для выработки арктических форм. С нашей точки зрения, процесс видообразования мог с неменьшим успехом осуществляться на краю ледникового покрова в процессе миграции позднетретичной растительности на юг, движимой изменяющейся физико-географической обстановкой. При таком положении процесс трансформации умеренной позднетретичной флоры в арктическую не локализовался в каком-либо ограниченном районе, а происходил на всей площади современных полярных стран и даже к югу от них во время миграции древней флоры в авангарде продвигавшегося к югу ледникового феномена. О центре происхождения в данном случае можно ставить вопрос применительно к отдельным систематическим категориям, а не ко всей флористической группе в целом.

Флора Арктики и, прежде всего, её южной части в пределах тундровой зоны пополнялась в некоторых районах довольно существенно в межледниковые эпохи и в голоцене. Без учёта этих последних этапов развития флоры полярных стран немислимо понять закономерности её состава и особенности географического распространения. Пополнение это шло за счёт современных бореальных фитоценозов, исходным типом которых в известной мере являлась та же аркто-третичная тургайская растительность. Однако процесс формирования бореальных фитоценозов сопровождался не только отбором и трансформацией видов, растущих на месте, но и широкими миграциями из довольно отдалённых, преимущественно горных районов. Таким образом, в полярные страны частично получил доступ новый флористический элемент.

Что касается межледниковых эпох,

то они, сопровождаясь значительным потеплением, должны были способствовать миграции в пределы тундры ряда новых видов, принимая во внимание особенности межледниковых ландшафтов. Часть этих видов, возможно, сохранилась до наших дней. К сожалению, для конкретного обсуждения этого вопроса пока нет достаточных данных, хотя в литературе и имеются попытки фиксировать реликты, например, рисс-вюрмской межледниковой эпохи (А. И. Лесков, 1938, и др.). Изменения климата в послеледниковое время привлекали к себе внимание многих исследователей. Общая схема этих изменений уже может считаться установленной. Наряду с этим сейчас нельзя сомневаться, что в различных провинциях Арктики эти изменения происходят по-разному.

В общем на протяжении послеледниковой эпохи наблюдались одна—две волны поступательного движения лесной бореальной растительности на север. Для отдельных районов лесная фаза в послеледниковой истории полярных стран восстановлена со многими подробностями (см., например, Б. А. Тихомиров, 1941). Наиболее значительным продвижением лесной растительности было в области атлантической Арктики и берингийской Арктики, менее значительным — в континентально-азиатско-американской провинции. В связи с этим существенно обогатились в послеледниковое время бореальным элементом тундры Лабратора и северной Европы. На втором месте в этом отношении стоят Анадырско-Пенжинский район и Аляска. В тундрах континентальной центральной Сибири и Канады удельный вес «реликтов» бореальной флоры послеледниковой климатического оптимума не велик.

В последнюю фазу голоцена, в связи с похолоданием и увеличением влажности, вновь произошла регрессия лесной растительности. Это сопровождалось вымиранием значительной части бореального элемента. Однако целый ряд представителей лесоболотной флоры приспособился к тундровой обстановке. Их присутствие накладывает значительный отпечаток

на флору отдельных районов тундры. Например, в Малоземельской тундре бореальный элемент флоры, как это видно из сводки А. И. Лескова (1937), играет доминирующую роль, явным образом подавляя аркто-альпийский и арктический.

В эпоху климатического оптимума в голоцене растительность умеренных широт была значительно более дифференцирована по сравнению с растительностью тех же мест в поздне-третичное и раннечетвертичное время.

В этой связи и реликты периода климатического оптимума в тундре имеют в большинстве случаев не циркумполярное, а фациальное распространение. Например, *Cornus suecica* и *Deschampsia flexuosa* встречаются лишь в тундрах Европы; *Aruncus silvestris* и *Agropyrum jactense* — лишь в тундрах востока Азии и т. п.

Вся совокупность форм, проникших в полярные страны в эпоху климатического оптимума, в голоцене составляет пятую генетическую группу арктической флоры.

Эта группа состоит из растений лесных, болотных и луговых фитоценозов, представляя собою мезофитный элемент флоры.

Флоре Арктики свойственны некоторые виды ксероморфной структуры, которые не могут рассматриваться как типичный аркто-альпийский элемент и вместе с тем не имеют видимой внешней связи с мезофитной лесной аркто-третичной или бореальной флорой. К числу таких растений относятся: *Carex supina*, *Veronica incana*, *Arenaria capillaris*, *Alyssum sibiricum*, *Polygonum divaricatum*, *Galium verum* и др. В тундрах северо-востока Азии имеются даже эндемы, принадлежащие к этому же экологическому типу (*Festuca kolymensis*, *Arenaria tschukczorum*).

Эту группу растений именуют иногда степным элементом. Проникновение этого элемента в полярные страны отдельными авторами мыслится различно: говорят о миграциях с юга в сухой жаркий суббореальный период, о существовании на южном пределе ледникового языка ландшафта так называемых перигляциальных,

степей, о происхождении некоторых степных и тундровых растений от общих предков — представителей альпийской флоры нагорных ксерофитов.

Последняя точка зрения заслуживает наибольшего внимания, во всяком случае потому, что происхождение упомянутой ксерофитной флоры нет надобности связывать с широкими миграциями.

Наблюдения в природе и выводы генетической систематики показывают, что формы ксероморфной структуры, причём не отдельными экземплярами, а часто целыми ценозами, прекрасно уживаются среди мезофитной растительности, в обстановке довольно значительного количества осадков при различных температурных условиях. Очень показательна в этом отношении растительность южного Приморья, где бок-о-бок с древним мезофитным манчжурским смешанным лесом уживаются ценозы ксерофитного типа, представляющие собою также достаточно древнее образование. Они приурочены к скалам, каменистым россыпям, сухим склонам и пр. Подобное сообитание ксерофитных форм с мезофитными ценозами в южном Приморье, представляющем собою убежище древней третичной растительности, позволяет предполагать, что и среди мезофитного аркто-третичного леса существовали на скалах и других подобных местообитаниях ценозы ксерофитных форм. В прямую преемственную связь с этими древними ксерофитными группировками мы склонны поставить и современные виды ксероморфной структуры, встречающиеся в тундре. Вполне естественно, что многие компоненты степных фитоценозов имеют то же происхождение от ксерофитных форм поздне-третичной растительности. В отдельных случаях один и тот же вид, сохранившийся на скалах тундровой зоны как реликт прошлых времен, в степи получил более широкое распространение, проникнув в фитоценозы водораздельных пространств.

При такой трактовке указанные растения не представляют собою самостоятельной генетической группы и естественно распределяются между третьей и четвёртой генетическими

группами арктической флоры, о которых говорилось выше. В пределах же этих групп они занимают обособленное положение в результате экологической специализации.

Из всего сказанного ясно, что флора Арктики представляет собою довольно сложный комплекс. Она складывается, как это упоминалось, из следующих основных групп:

1. Аркто-альпийские виды, центром своего возникновения имеющие горные страны умеренных широт. Эта группа представлена древними видами типами, частично мелового возраста.

2. Аркто-альпийские виды, возникшие на территории современных полярных стран. Часть из них должна быть выведена от альпийских предков, но произраставших на территории современной Арктики. Остальные имеют иное происхождение, представляя собою продукт экологической и морфологической переработки аркто-третичной растительности умеренного типа.

3. Арктические виды или эварты в ареологическом понимании. Эта группа объединяет формы, генетически тесно связанные с умеренной аркто-третичной флорой, приспособившиеся к новой обстановке. Они не получили распространения за пределами полярных стран, но в Арктике и субарктических районах расселились циркумполярно или, во всяком случае, на значительной территории.

4. Квазиарктические виды, к числу которых относятся формы, в равной мере, свойственные формациям бореальной и даже неморальной растительности, представляют собою морфологически почти неизменённый дериват умеренной третичной флоры. Виды эти, как правило, избегают высоких широт, но в пределах собственно тундровой зоны распространены широко, часто циркумполярно.

5. Бореальные виды, проникшие в полярные страны в период экспансии лесных и прочих бореальных формаций в последниковое время. Большинство видов этой группы распространено не циркумполярно, встречаясь на юге тундровой зоны, непосредственно к северу от области распро-

странения этих видов в бореальной зоне.

Перечисленные группы флористических элементов полярных стран представляют собою основные флорогенетические категории. Не только возможно, но и совершенно необходимо произвести дальнейшее, более дробное подразделение в пределах наметченных групп по флорогенетическому принципу. Такого рода более детальный анализ флоры выходит за рамки настоящей статьи.

В общем к существующим высказываниям по отдельным вопросам происхождения флоры северных полярных стран, частично получившим общее признание, можно прибавить следующие положения:

1. В составе арктической флоры, в первую очередь её аркто-альпийского элемента, выделяется основное ядро, представленное древними видовыми типами.

2. Принимая во внимание возраст многих характерных компонентов аркто-альпийского комплекса, обобщение Криста и последующих авторов, основанное на эмпирических флористико-статистических сопоставлениях, получает принципиальное обоснование. Высокогорные районы умеренных широт на востоке Азии и западе Северной Америки выступают в качестве основных очагов формирования аркто-альпийских форм, в связи с возрастом этих горных сооружений и окружением их с конца мелового периода флорой умеренного, а не тропического типа.

3. Теория миграций полюса Вегенера сама по себе не предрешает вопроса о Берингии как о центре возникновения арктической флоры. Эта теория позволяет лишь высказать предположение, что на северо-востоке Азии был вторичный центр видообразования альпийских форм.

4. Удельный вес видов аутохтонного происхождения во флоре полярных стран относительно велик. В отношении этой группы растений пока нет оснований выделять в пределах полярных стран какой-то основной, универсальный очаг формообразования. Экологическое и морфологическое

приспособление к арктическому ландшафту происходило во всей области современного распространения упомянутой группы растений и, очевидно, на территориях -к югу от неё.

5. Бореальный элемент флоры полярных стран обычно трактуется слишком широко, включая принципиально обособленный от него квази-арктический элемент. Последний является более древним, по сравнению с послеледниковым бореальным, и составлен видами, представляющими дериваты флоры травяных растений и

кустарников аркто-третичных формаций.

6. В отношении полярных растений ксероморфного типа, частично свойственных и современным степным формациям, нет надобности прибегать к миграционным гипотезам для объяснения происхождения этих растений в тундре. Эта группа растений должна быть поставлена в преимущественную связь с древними ксерофитными ценозами, входившими в комплекс аркто-третичных неморальных формаций.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

ИСКОПАЕМЫЕ БОГАТСТВА КРЫМА

Акад. А. Е. ФЕРСМАН

«Снова наш — прекрасный Крым».
К. Паустовский

1. Природа Крыма

«Еще наши деды слышали рассказы чумаков, ходивших в крымские степи за солью — рассказы о земле, которая кончается у синего моря, где ковыль стелется под ногами коней и шелестит на курганах. Дальше за степями темнеют горы, бьют о берега морские волны и лежат города, построенные из ноздреватого желтого камня и розового или белого мрамора».

Так начинается свой очерк о Крыме поэт Чёрного моря К. Паустовский (1939), и в этих словах прекрасно намечены те объекты горного промысла, которые ещё до начала XX в. составляли почти единственные полезные ископаемые таврических недр. Если не считать с самым древним материалом для обработки камня — кремнем, который мы находим в доисторических стоянках Крыма, то первые сведения об использовании полезных ископаемых «Тавриды» мы находим у древних греческих писателей: Геродота (V в. до н. э.) и Страбона (II в. н. э.).

По этим данным издавна Крым с его соляными озерами и лиманами привлекал своими богатствами соли. Позднее десятилетия борьбу с турецкими ханами и с генуэзцами, шли на Перекопский перешеек за этой солью, и обозы скрипучих телег растягивались на много вёрст, нередко попадая в плен к крымским ханам. Соль была

первым крупным богатством, которое использовали для своих нужд как местное население Крыма, так и пришельцы с севера и с юга. Однако ещё задолго до него другое ископаемое обратило на себя некоторое внимание. Это — мраморовидные известняки, которые ещё в IV в. до н. э. не только использовались для построек в Херсонесе Таврическом (около Севастополя), но и вывозились для колонн и полов в Византию и на восток.

Повидимому, очень давно обратило на себя внимание и третье полезное ископаемое Крыма: так, один из историков горного дела Тавриды (Козин) указывает, что ещё в ханские времена начала использоваться керченская нефть, как для смазывания арб и повозок, так и для лечения скота и для светильен. Очень давно началось использование (для мытья шерсти местных баранов и овец) своеобразного глинистого минерала, кила, который хорошо был известен в средние века в Средней Азии, а в Крыму впервые был описан в начале XIX в. под именем кеффекилита, т. е. кила из Каффы (нынешней Феодосии).

Однако настоящее внимание к полезным ископаемым Крыма началось только с 20-х годов XIX ст., когда сюда был направлен маркшейдер Козин (1823—1825) для поисков углей, железных руд, нефти и т. д. Он оставил замечательную рукопись, до сих пор, к сожалению, не напечатанную, в которой с исключительной глубиной осветил производительные силы Крыма и поднял вопрос об их практическом использовании.

В связи с постройкой дворцов на южном берегу, в Крыму началась в те же 30-е годы XIX ст. усиленная добыча кристаллических известняков и мраморов; в 1833 г. в Симферополе была открыта даже специальная шлифовальная фабрика, которая не только полировала эти породы, но и выделывала чаши и вазы из красивого зелёного крымского диорита.

В эти же годы впервые обращено внимание на железные руды Керченского полуострова, и с 1830 по 1850 г. делались неоднократные попытки долукустарной выплавки крымского чугуна (первые домы в 1846 г.). Однако после этого периода развития горного дела наступила длительная эпоха застоя, и в течение более чем полувека горное дело почти не развивалось. Лишь отдельные попытки иностранных капиталистов имели место, причём они то вкладывали свои капиталы в неудачно проводимые скважины на нефть, то пытались построить и обосновать чёрную металлургию.

Лишь в начале XX в. вновь на производительные силы Крыма стали обращать серьёзное внимание. С 1905 г. выяснилась практическая ценность трассов-пуццоланов Карадага для нужд строительства морских портов; в связи с постройкой мостовых в ряде приморских городов стали широко эксплуатироваться каменоломни изверженных пород (как около Симферополя, так и на южном берегу). Вновь начались попытки добывать нефть.

Дальнейший толчок принесла первая мировая война и блокада крымского побережья, когда во всей остроте перед югом России встала необходимость строить свою жизнь на собственных природных богатствах. В это время впервые было обращено внимание на практическое использование брома, серы, борной кислоты, летучих газов. Около Симферополя начали разрабатываться Бешуйские угольные копи. Мыло стало широко заменяться киллом. Началась усиленная разработка строительных материалов.

Однако настоящий толчок крупного горного дела получен был только

в 30-х годах, и за последние десять лет Крымский полуостров из чисто сельскохозяйственного района стал превращаться частично в настоящую горно-промышленную область, значение которой в этом направлении к настоящему моменту недостаточно оценивается, тогда как по существу в Крыму мы имеем самое крупное у нас в Союзе месторождение железных руд и самые крупные в Европе (и может быть и в Азии) месторождения ценных солей — магнезия, калия, кальция, брома, иода и т. д.

Таким образом, перед Крымом в настоящее время ставится ряд задач, которые совершенно не учитывались при старой, капиталистической организации его народного хозяйства, и в настоящее время разумный анализ его полезных ископаемых представляет очень важную задачу для того, чтобы правильно развить его крупные богатства, с одной стороны, а с другой — эффективно и планомерно связать его производительные силы с окружающими областями Кавказа и Украины.

2. Химические элементы Крыма

Как известно по таблице Менделеева, в Крыму наблюдалось 47 химических элементов, причём все их можно разбить на нижеследующие четыре группы:

I — элементы преобладающего значения: водород, кислород, углерод, азот, натрий, магний, алюминий, кремний, калий, кальций, железо и хлор; всего 12;

II — элементы второстепенного геохимического значения: бор, фосфор, сера, ванадий, марганец, цинк, бром, стронций, иод и барий; всего 10;

III — элементы малого значения: галлий, литий, фтор, неон и другие благородные газы, титан, кобальт, никель, медь, мышьяк, селен, рубидий, цирконий, серебро, кадмий, золото, свинец, родон; всего 17;

IV — требуют подтверждения: сурьма, цезий, ртуть.

В настоящем своем виде таблица значительно отличается от той, которая была дана мною в 1914 г., и показывает, что наши знания геохимии

Крыма значительно продвинулись вперёд, но всё же и сейчас нельзя окончательно говорить о том, что в дальнейшем не могут произойти некоторые изменения в её структуре. Интересно привести классификацию этих же элементов с чисто промышленной точки зрения, так как этим будет определяться характер поисковых и разведочных работ:

I — реально используемые, преимущественно химические элементы: водород, углерод, натрий, магний, алюминий, кремний, фосфор, сера, хлор, калий, кальций, ванадий, марганец, железо, бром и иод; всего 16;

II — возможны или вообще заслуживают внимания с точки зрения использования и поисков: литий (в минеральных водах), бор, стронций (рубидий в калиевых щелоках), барий; всего 5;

III — поиски возможны, но мало обнадёживающие: титан, кобальт, мышьяк, серебро, золото, ртуть, свинец, цезий; всего 8.

Переходим к некоторым общим выводам геохимического характера.

Геохимическая диаграмма показывает, что мы имеем дело с характерным преобладанием элементов трёх верхних рядов Менделеевской таблицы, причём по своей минерализации они ближе всего могут быть сравниваемы частью с Карпатами, частью с Главным Кавказским хребтом, которые, однако, всё же богаче и разнообразнее химическими элементами.

Характерно преобладание 1-й, 2-й и 17-й групп Менделеевской таблицы; иначе говоря, преобладают совершенно определённые элементы, близкие к крайней левой части с характерными свойствами атомов, шаровые ионы, малые валентности, дающие бесцветные соединения, соли и кислородные группировки. Отсюда вытекают и все характерные черты геохимии и минералогии Крыма.

Для первой вертикальной группы интересно ясно выраженное преобладание натрия над калием. Для второй — значительная роль щёлочно-земельных металлов, что особенно сближает с Северным Кавказом. Интересно относительно значительная роль третьей группы с фосфором.

ванадием и частью с азотом. Очень характерна роль 17-й группы с галоидами.

Интересно отметить, что разнообразие геохимии Крыма, внесённое только с середины эпохи юры, связано с появлением изверженных пород, которые принесли с собой бор, фосфор, цинк, барий, стронций, фтор, хлор, никель, кобальт, кадмий и свинец. С геохимической точки зрения возможно выделить ещё ряд прогнозов о нахождении тех или иных химических элементов; однако с промышленной точки зрения мы считаем список приведённых элементов более или менее законченным, и вряд ли можно ожидать нахождения промышленных количеств новых химических элементов.

Вся местная горная промышленность Крыма должна строиться на следующих характерных химических элементах: железо, хлор, натрий, калий, магний, кальций, алюминий, кремний, а также в меньшей степени фосфор и его аналог — ванадий, бром, как аналог хлора.

3. Полезные ископаемые Крыма

Богатство недр Крымского полуострова в основном определяется тремя важнейшими группами полезных ископаемых, а именно: 1) железными рудами, 2) разнообразными солями озёри и 3) орнаментовочными и строительными материалами. Именно на этих трёх китах и должна в дальнейшем развиваться горная промышленность Крыма, требующая, однако, для своего развития целого ряда специальных научных и хозяйственных мероприятий. На основании имеющихся данных, мы можем разделить все известные или намечаемые полезные ископаемые Крыма на следующие группы: 1) ископаемые всеобщего или общемирового значения; 2) ископаемые, имеющие значение для науки СССР и, в частности, для всего побережья Чёрного моря; 3) ископаемые местного значения, 4) ископаемые, для которых пока (на основании

имеющихся данных) трудно определить производственное место в данной классификации.

Приводим таблицу распределения полезных ископаемых по этим четырём группам (табл. 1).

Железные руды

Керченские железорудные месторождения по своим запасам являются первыми в Союзе и одними из первых во всём мире; ведь запасы этой руды

Таблица 1. Классификация полезных ископаемых Крыма по их экономическому значению

Всесоюзного или общемирового значения	Общего значения для юга СССР	Местного значения	Неизвестного значения
1) Железные руды (с фосфором и ванадием)	1) Флюсовые известняки	1) Уголь	1) Гелий
2) Орнаментовочные и строительные материалы	2) Трассы	2) Нефть	2) Борные соединения
3) Соли магния, натрия, калия, кальция, хлора, брома и иода	3) Изверженные породы строительные и доменные	3) Асфальт	3) Руды марганца
4) Минеральные озёра	4) Кил (кеффекилит)	4) Горючие газы	4) Фосфориты
	5) Ракушечники (строительные)	5) Сера	5) Трепел
	6) Цементные мергеля	6) Гипс	6) Минеральные воды
	7) Глины зелёные (краски)	7) Мел (технический)	7) Источники с литием
	8) Поделочные халцедоны, агаты и яшмы	8) Глины красные красящие	8) Халцедоны и кремни
		9) Глины гончарные и кирпичные	
		10) Известняки для обжига	
		11) Пески кварцевые	
		12) Строительные породы	

Я не в силах перечислить самые разнообразные полезные ископаемые, которые открыты на территории Крыма; достаточно указать, что в Крыму было открыто и изучено около 200 месторождений полезных ископаемых, начиная с самоцветов для украшений и кончая ценнейшими известняками для мраморов московского метро и чистых известняков для флюсов металлургических заводов. Я назову лишь несколько наиболее интересных и важных полезных ископаемых Крыма.

составляют примерно 50% всех запасов Союза. По дешевизне добывания руды (открытыми работами), по удобству расположения отдельных месторождений (на берегу моря), по ценности посторонних примесей (фосфора, марганца и ванадия) керченские руды стоят вне сравнения как в Союзе, так и во всём мире.

Дело в том, что в керченских рудах заключается большое количество фосфора, что даёт возможность получать прекрасный шлак, играющий

огромную роль как прекрасное удобрение полей. Очень серьёзны запасы металла ванадия, идущего в металлургию, — содержание этого металла в самой руде не очень велико, но общие запасы так велики в рудах, что только при переработке заводов каждый год будет получаться несколько сотен тонн этого дорогого металла.

С о л ь

Исключительное значение в горном деле СССР имеют разнообразные соли в озёрах вдоль побережья, — помимо обычных солей (хлористого натрия) здесь приобретает особое значение преимущественно комплексная добыча ценных магниевых, калийных и бромистых солей. Огромные запасы химических рассолов обеспечивают создание здесь на площади 180 000 га комплексного использования этих солей. Многочисленные исследования показали, что в состав солей Сиваша входит ряд химических элементов, нужных растениям, в частности для удобрения сахарной свёклы.

Вместе с тем, комплекс солей Сиваша применяется успешно в виде натуральной рапы для пропитки шпал, для получения ценнейшего цемента — сореля и самых разнообразных применений в химической и строительной промышленности.

И, наконец, именно здесь, после очистки, получают грандиозные количества чистого магния — основы нового легчайшего металла, идущего на смену алюминию.

Ц е м е н т т р а с с

На берегу Крыма в скалах замечательного вулканического жерла Карадага найдены грандиозные запасы очень важного природного цементного материала. Этот своеобразный зеленоватый камень после перемола даёт великолепный цемент, особенно ценный при строительстве молот и морских сооружений. Этот материал с вершины горы спускается на тропах и прямо в кусках без тары может идти на помол — на месте работ. Такого замечательного природного минерального цемента мы не нашли нигде больше в нашей стране.

К и л

Мало кто знает своеобразную породу, которую хорошо знают и любят все жители Крыма, — кил. Это своеобразный крымский минерал, который широко применяется в Турции, на Кавказе и в Крыму для мытья населения, шерсти, для лечебных целей и т. д. Этот материал раньше не играл большой роли, но в последнее время начали его применять всё шире и шире для смягчения жёстких вод, для адсорбентов при очистке нефтей, масел и т. д. Сейчас — это одно из очень важных веществ, которое очищается особыми методами и применяется в ряде производств. Крымский кил встречается в ряде месторождений, причём запасы этого минерала выражаются во многих миллионах тонн.

Мы не продолжаем нашего описания, но уже из этих данных мы видим, как своеобразна минеральная природа Крыма и как много нового и интересного откроет Крым, когда исследования осветят все ещё мало изученные его уголки.

Очень серьёзной и до сих пор, в сущности, недостаточно освещённой задачей Крыма является ряд проблем, связанных с бальнеологией, курортным делом и лечением. Воздух (с озоном, кислородом, перекисью водорода), ионизация, радиоактивные emanации, специфические черты геохимии воздуха и моря, насыщающего солёными брызгами воздушные струи, солёные и минеральные источники, солёные озера, грязи и илы — всё это представляет область исключительных богатств; ведь многие сотни тысяч больных стремятся к берегам его, чтобы укрепить здоровье чистым воздухом и живительным морем.

В результате огромной проделанной геологической и геохимической работы в Крыму возникли огромные новостройки всесоюзного значения, как, например, Керченский металлургический завод им. Войкова,¹ грандиозный Камыш-бурунский комбинат

¹ В 1929 г. — первая крупная доменная печь, в 1932 г. — пущен в ход ванадиевый цех.

для снабжения аггломератом керченских руд, балаклавские карьеры флюсовых высокосортных известняков для южной металлургии, Сакские и другие соляные промыслы и химический завод. Наметилась стройка крупного химического комбината на Перекопских магнезиевых озёрах; развивалась крупная механизированная добыча белого и жёлтого ракушечников, цветных облицовочных мраморов и мраморной крошки, диоритов в Партените, строительных песков для Днепростроя в Каратобе, килла в Курцах и пр. Возникли первые мраморораспиловочные заводы в Симферополе и в Севастополе, которые снабжали московское метро и Дворец Советов крымским цветным мрамором, а промышленность — электрическими распределительными досками. Близ Симферополя работали килловый рудник и килоперемолочная фабрика; в Бахчисарае началось строительство завода портланд-цемента и гидроизвести; на Карадаге добывался трасс для строительства. Кроме того возникало до войны много горнодобывающих организаций местного значения для добычи строительных камней, песков, глин, известей, для изготовления черепицы, гончарных труб, кирпича и пр.

4. Проблемы Крыма

История изучения Крыма и его богатств раскрывает перед нами замечательные картины прошлого. Недалом в 1785 г. один из замечательных исследователей Новороссии писал: «Таврида... производит во всех трёх царствах природы не только нужные для человечества потребности, но и самые для увеселения его служащие вещи, которые через искусство, побуждаемое ободрением, несравненно ещё в лучшее состояние приведены быть могут, так что водворившийся здесь земледелец, вертоградарь и купледетель в состоянии почерпать, сколь от своего рачения, столь от самого местоположения и, так сказать, от самоестественно успевающих землепроизводств существенную по своим намерениям пользу и приятнейшее удовольствие» (Габлиць, 1785).

Какой неподдельной любовью к Тавриде веет от этих слов одного из первых исследователей Крымского полуострова!

Среди талантливых описаний «всех трёх царств природы» мы встречаемся в книге этого исследователя с тем подъёмом научной мысли и оживлением интереса к природе, которые охватили Россию в конце XVIII в., когда широкой волной пробудилось стремление к изучению отдельных и малоизвестных уголков России. Имена Зуева, Палласа, Габлиця и целой плеяды учёных путешественников неразрывно связаны с этой эпохой. Именно в эти годы было положено начало научному исследованию Крыма.

В заседании Академии Наук 26 мая 1794 г. было заслушано одно из первых писем академика Палласа из Крыма, и в обычно сухом протоколе академических собраний было отмечено то впечатление, которое произвели эти описания природы.

С тех пор прошло много больше одного столетия. Ленты шоссежных дорог перерезали страну во многих направлениях, деревушки и аулы заменились культурными курортами, невозделанные места превращаются в пашни, плантации, сады. Культурная рука человека коснулась даже некоторых более отдалённых и заброшенных уголков Крыма, и можно надеяться, что близко время, когда алмазный бур проложит дорогу сквозь породы крымского хребта и соединит склоны южного берега с железными путями русской равнины...

За советские годы мы наблюдали значительный подъём интереса к крымской природе. Во всех отраслях научной мысли появляются отдельные исследования, вышла из печати первая геологическая карта полуострова, отдельные монографии, посвящённые специальным вопросам, обогащают нашу научную литературу. И как самое яркое выражение этого подъёма интереса и любви к крымской природе — в Симферополе было организовано общество естествоиспытателей, ставящее себе основной задачей исследование Крыма в естественно-историческом отношении.

Таврический университет, к сожалению, прекративший свою деятельность, в течение многих лет являлся крупным центром крымской науки. Такие учёные, как академики В. И. Вернадский и В. А. Обручев, дали толчок исследованиям и наметили ряд прекрасных работ по Крыму и его полезным ископаемым (С. П. Попов, М. В. Муратов, В. И. Лучицкий и др.).

Работали специальный Крымско-Азовский геологоразведочный трест и ряд научных специальных комиссий центральных институтов и обществ.

По данным П. А. Двойченко, литература по полезным ископаемым, геологии и минералогии Крыма превысила 1500 статей и книг.

В эти годы научного изучения Крыма невольно вспоминаешь о старом предложении 1880 г., когда ректор Петербургского университета, знаток и исследователь Крыма Э. Кесслер внёс предложение превратить Крым как бы в образцовый участок русской

науки, в опытный центр мировой науки!

Сейчас надо вновь поднять волну интереса и любви к замечательной крымской природе и охватывать её новыми глазами новой науки, научиться по-новому понимать и её жизнь и её историю. Но на этом пути овладения всеми богатствами Крыма одна задача стоит перед нами — их охрана; и не только охрана живой природы, не только охрана её красот, но охрана и самих богатств от неразумного использования, от бесконечных отвалов боковых пород без использования, от беспорядочных каменоломен и безобразных ям вдоль дорог и шоссе.

И теперь, когда наш прекрасный Крым пережил тяжёлые годы нашествия варваров и оккупацию, он с его живительным солнцем и морем скоро сумеет залечить свои раны, и снова Крым превратится в рассадник культуры, в богатейший «Музей природы», в источник новых идей и новой любви к Тавриде.

КИПРЕЙ

Проф. И. В. ПАЛИБИН

Изучение растительного сырья в интересах увеличения ресурсов народного хозяйства является одной из самых существенных задач нашей экономики данного времени. Периодический пересмотр наших знаний о свойствах и качествах наших дикорастущих растений в свете современных достижений науки является весьма актуальной задачей. Множество растений, ранее употреблявшихся в народной практике, в силу тех или иных причин ныне забыты или признаны не имеющими существенного значения. Во многих случаях это происходило потому, что к вопросу о значении растения подходили раньше, чем изучали его химические свойства и выясняли его технические возможности.

В этой статье мы коснемся вопроса о значении в нашем хозяйстве кипрея или Иван-чая, который издавна у нас считается заменителем китайского чая. Это мнение, однако, встречает много возражений, вытекающих из незнакомства с природой того и другого растения и техникой их обработки. Население южного Китая веками трудилось над эмпирическими приемами использования чайного растения. Китайцы в этом направлении достигли огромных успехов. Чай, изготовленный ручным китайским способом, обладает высокими достоинствами; такой чай всегда имеет большой спрос в наиболее богатых странах мира.

Потреблявшийся в России даже среднего качества китайский чай стоил сравнительно дорого. Чайная торговля, до конца царского режима находившаяся в частных руках, служила источником быстрого обогащения, в чем немалую роль играла фальсификация настоящего чая путём подмеси к нему различных местных трав, в том числе и кипрея (Иван-чая), употреблявшегося для этой цели в столь большом количестве, что царское правительство в свое время приняло целый ряд суровых мер для борьбы с этим злоупотреблением.¹

Ни одно самое ядовитое растение нашей флоры так не преследовалось, как кипрей (копорский чай), который является, в сущности, совершенно безвредным продуктом.

Чай, издавна изготовлявшийся крестьянами б. Петербургской губернии и известный под названием «копорского чая», имел сравнительную скромную задачу — быть дешёвой примесью к чаю китайскому для увеличения количества за счёт качества.

Технология такого продукта была весьма



Фиг. 1. Кипрей (*Chamaenerium angustifolium*) (L.) Scop.

1—верхушка целого растения (натур. вел.); 2—продольный разрез цветка (увел.); 3—лист с нижней стороны (натур. вел.); 4—зрелая коробочка с семенами (неск. увел.).

примитивна; тут не было того глубокого эмпиризма, проводимого веками над чайным растением в Китае. Простая сушка кипрея не давала продукта, сходного с чаем хотя бы по цвету, почему крестьяне стали искать способ сделать сушёный лист кипрея чёрным. Не зная основ технологии чайного растения, они прибегали к загрязнению запаренного сухого листа чернозёмом, после

¹ Садовод В. Кутузов в статье «Копорский чай» (Вестник садоводства, 1893, стр. 487) даёт описание применяемого крестьянами способа изготовления копорского чая по его личным наблюдениям. Проф. В. А. Фрост и В. А. Еловский в своем труде «Чай» (М., 1926, стр. 313) описывают продукт, имевшийся в продаже под именем Иван-чая, в мрачных красках, показывающих всё несовершенство техники его выделки.

¹ Полицейские меры, проводившиеся в интересах борьбы с этой отраслью промышленности, базировались на статьях царских законов (см. Свод законов Росс. империи; изд. 1887 г., т. XIII: «Устав медицинской полиции», стр. 875 — «Всем торгующим чаем воспрещается продавать чай копорский (именуемый Иван-чаем) в смешении с китайским чаем или особо (Улож. о наказ., ст 1110); чай сей должен быть истреблён». Примечание: «Сбор самой травы, из коей приготавливается копорский или Иван-чай, во всех местах строжайше воспрещается». [Цитировано по книге проф. В. А. Тихомирова «Руководство к изучению фармакогнозии» (М., 1888, стр. 410)].

чего они сушили полученный продукт в русских печах, благодаря чему в чай попадали зола и остатки мелких углей. Полученный от такой обработки продукт был явно антигигиеничен и не мог удовлетворять даже самым скромным требованиям потребителя. Хотя по виду копорский чай нередко был похож на китайский, но он был неприятен на вкус, его настой имел зеленоватый, грязножёлтый цвет и оставлял на стенках стакана тёмный осадок.

Хотя давно известно, что копорский чай совершенно безвреден для здоровья, это растение всё же специалистами не изучалось. Первый анализ этого растения был сделан лишь в 1935 г.

Совсем недавно Химическая лаборатория Ботанического института АН СССР установила принадлежность кипрея к витаминным растениям.¹

Кипрей (*Chamaenerium angustifolium* L. Scop.) принадлежит к сем. кипрейных (*Onagraceae*), относится к двудольным растениям с свободными лепестками и нижней завязью. Это — высокое (до 1.5 м) травянистое растение с простым или мало разветвлённым стеблем, листья по краю с мелкими жёлёзками, реже почти цельнокрайние (иногда с редкими крупными зубцами) сверху темнозелёные, снизу сизозелёные, с боковыми сетчатыми и срединной выдающейся жилкой. Цветы малиновые в конечной редкоцветковой кисти; цветки на длинных, отстоящих от стебля цветоносах; цветы четырёхлопастные, не совсем правильные. Плод — четырёхстворчатая длинная коробочка, немного изогнутая, похожая на стручок. Семена мелкие белые, удлинённые, обратнойцевидные, с коротким хохолком на верхушке.

Растение настолько характерно, что невозможно спутать его с каким-либо другим в период цветения. Кипрей произрастает в лесной полосе большей части Союза, на песчаных, торфянистых почвах в редких лесах, на лесосеках, по линиям железных дорог и т. д.; цветёт он в июне и июле месяцах. Кипрей, или копорский чай, получил своё название от имени крепости Великого Новгорода Копорье (XIII в.), лежащей в западной части Ленинградской области при речке того же имени, в расстоянии 10 км от Копорской бухты на Финском заливе.

Старый способ изготовления напитка из листьев кипрея, повидимому, совершенно оставлен в настоящее время. Мы предлагаем более совершенный способ переработки кипрейного листа, весьма близкий к изготовлению китайского чая, вытекающий из тысячелетней практики чайного дела, ныне применяемой во всех странах мира, где существует чайная индустрия.

¹ В листьях цветущего растения содержится витамина С: 98 мг на 100 г сырой массы, всего 0.098%.

Для того чтобы изготовить чай (метод И. В. Палибина), должны быть применены следующие приёмы производства.

Материал должен быть собран в сухую погоду. Надлежит собирать только листья, удаляя ветки. Собранный лист необходимо тщательно перебрать, удалить посторонние травы, палочки и сор. Затем листья должны быть завялены, скручены, подвергнуты ферментации, а затем высушиванию. Завяление листьев имеет целью удаление влаги из подготовленного к обработке листа. Для этой цели собранный материал раскидывается в тени тонким слоем (1—2 см) на листах бумаги или рамках с натянутой материей так, чтобы ветер продувал разложенные листья в течение 2—3 часов. Хорошо проявленный материал теряет упругость, становится мягким, теряет влагу и легко гнётся, если его взять в руки.

По окончании завяливания лист подвергается скручиванию. Для этой цели его мнут между ладонями рук и скручивают на деревянной доске; в процессе скручивания на поверхности листа выступает зелёный сок. Цель скручивания состоит в том, чтобы разрушить строение клеток листа и чтобы содержимое клеток соприкоснулось с воздухом для начала окисления клеточного сока. Скрученный лист помещают в ящиках в тень, покрывают чистыми тряпками для поддержания влажности ферментирующего листа. В таком состоянии продукт остаётся в течение около 6—10 часов при температуре 23—26° С в помещении, открытом действию воздуха и сильно увлажнённом.

Ферментированный лист просушивается в печи или в сушильном шкафу от 2 до 3 часов при температуре не свыше 100° С. В процессе сушки лист переходит из темнозелёного в чёрный цвет. При сушке необходимо перемешивать лист и следить, чтобы он не подгорел. Высушенный продукт легко крошится в руках, что показывает, что сушка проведена нормально.

После переработки готовый чайный продукт сортируется руками, чтобы удалить могущие быть палочки и соринки. Хранить полученный чай лучше всего в деревянных ящиках (но не в стеклянной посуде), в сухом помещении; следует отметить, что чай в процессе хранения улучшает свои качества.

Изготовленный по нашему методу продукт мы назвали «ленинградским чаем», при заваривании он даёт прозрачный, золотисто-жёлтый настой, имеющий приятный запах и несколько вяжущий вкус.

«Ленинградским чаем» кипрей назван потому, что впервые разработанный нами метод использования его как чайного напитка путём применения к нему ферментативных процессов производился в Ботаническом институте АН СССР в период осад Ленинграда в 1942 г.; среди населения Ленинграда этот чай имел тогда большой успех.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

ВРАЩЕНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Направление вращения внегалактической туманности определяется измерениями смещения спектральных линий, происходящего согласно принципу Доплера—Физо. Это позволяет определить, какой край туманности и с какой скоростью к нам приближается, а какой удаляется.

Гораздо труднее определить направление вращения относительно направления спиральных ветвей туманности. Первый источник затруднений лежит в том, что вращательная скорость определяется тем увереннее, чем более наклонена к лучу зрения основная плоскость симметрии туманности, в которой лежат спиральные ветви её, чем более «с ребра» наблюдается туманность. Но тогда направление спиральных ветвей определяется плохо, а в некоторых случаях не может быть определено совсем, если земной наблюдатель находится в плоскости спиральных ветвей. Здесь, однако, возможны промежуточные случаи: когда и вращение и направление спиральных ветвей определяются с уверенностью. Тогда выступает на сцену второе затруднение: мы не можем сразу сказать, с какой стороны от плоскости спирали находится наблюдатель.

Схема спиральной туманности, изображённая на фиг. 1, пояснит сказанное. Это — туманность лево-винтовая, т. е., двигаясь по ветви спирали внутрь к центральному сгущению, мы будем перемещаться против движения часовой стрелки. Пусть спектрографическим путем установлено, что левый её край приближается к нам. Тогда, если верхний край туманности является ближайшим к нам, то спираль раскручивается, если же ближайшим к нам является нижний край туманности, то спираль закручивается.

Космогонически важный вопрос — закручиваются ли спирали или раскручиваются (или возможны те и другие случаи) — остаётся, таким образом, без ответа. Необходимый дополнительный критерий был всё же найден в 1917 г. В. Сляйфером с помощью наблюдаемого часто в спиральных туманностях экранирования светящихся масс туманности тёмной, поглощающей свет материей. Если, благодаря облакам темной материи, спираль выглядит асимметрично, то ущерблённая сторона, по мнению Сляйфера, является ближайшей к наблюдателю.

С помощью этого критерия Сляйфер установил в 1917 г., что шесть туманностей NGC 224, 2683, 3623, 3627, 4594 и 5005 вращаются в одном направлении, «как пружина

при её заводе», т. е. закручиваются. Впоследствии он присоединил к этому списку туманности NGC 221, 1068 и устранил 3627 и 5005 как не совсем убедительные. Следует отметить ещё, что NGC 221 не есть спиральная туманность, а у NGC 4594 род спирали не может быть установлен, вследствие малого её наклона к лучу зрения.

Спустя некоторое время Б. Линдبلاد выдвинул теоретические соображения по поводу вращения спиральных туманностей, соображения, которые требовали раскручивания спиралей. В связи с этим Линдبلاد подверг



Фиг. 1

критике правильность критерия Сляйфера при установлении знака наклона туманности. По Линдبلادу, ущерблённая сторона туманности есть удалённая от нас. Он обращает внимание на тот факт, что у многих спиралей, рассматриваемых нормально к их плоскости, ветви спирали имеют с внутренней вогнутой стороны тёмные «проходы» (lanes) между ветвями. При рассматривании с ребра эти тёмные места будут, очевидно, больше экранировать дальнюю часть туманности. С другой стороны, тёмная материя, которая, по мнению Линдبلادа, равномерно распределяется в центральном сгущении туманности, будет поглощать больше свет от дальних частей ядра, подтверждение чему Линдبلاد видит в меньшем колор-индексе яркой половины туманности.

Таким образом, и по Линдبلادу спиральные туманности все вращаются в одном направлении, но это направление — раскручивание.

В самое последнее время к разрешению возникшего противоречия обратился известный исследователь внегалактических туманностей Эд. Хаббл. Просмотрев богатые коллекции фотографий внегалактических объектов, накопленные в Маунт-Вильсоновской обсерватории, он обнаружил в трёх туманностях (NGC 4216, 4258, 4527), что внутренние тёмные «проходы» проектируются на центральное сгущение со всей резкостью своих очертаний, т. е. находятся на ближайшей стороне туманности. Хаббл рассуждает так. Пусть мы рассматриваем спиральную туманность с ребра, так что периферическая тёмная масса полосой проектируется на центральное сгущение (случай NGC 4594). Если

наклон луча зрения к плоскости туманности будет возрастать, то периферическая полоса раньше сойдёт с центрального сгущения, тогда как внутренние тёмные массы, как более близко расположенные к ядру, будут на него проектироваться даже тогда, когда спиральная структура выступит вполне ясно. Именно эта структура и видна в названных трёх туманностях, а спектрографические наблюдения вращения их, сделанные в Маунт-Вильсоновской и Ликской обсерваториях, показывают, что все эти три спирали закручиваются.

Старый критерий с периферической тёмной полосой дал по коллекциям Хаббла также один бесспорный экспонат — туманность NGC 3190, в которой полоса проектируется отчётливо на центральное сгущение, а наклон не настолько мал, чтобы скрыть направление спиральных ветвей. Спектрографически оказывается, что и эта спираль закручивается.

Хаббл считает, что теперь не остаётся аргументов против закручивания спиралей, и приводит список 15. внегалактических туманностей, для которых закручивание он считает доказанным: NGC 224, 2613, 2683, 2841, 3031, 3169, 3190, 3623, 4088, 4216, 4258, 4527, 4826, 6503, 7331.

В своей последней работе на рассматриваемую тему Линдبلاد продолжает настаивать на своей прежней точке зрения, привлекая общие аргументы о поглощении света в звёздной системе, а также наблюдения Омана над поляризацией света в туманности Андромеды. В частности, Линдبلاد, соглашаясь с Хабблом относительно знака наклона туманности NGC 3190, считает, что лево-винтовая структура её установлена Хабблом неверно (референт, рассматривая репродукцию туманности NGC 3190, приведённую в работе Хаббла, склоняется считать эту туманность лево-винтовой, вопреки мнению Линдблода; но необходимо заметить, что данный случай является всё же трудным для уверенного суждения).

Линдبلاد переносит дискуссию на теоретическую почву, придерживаясь того взгляда, что материя, поглощающая свет в спиральных туманностях, распределена повсюду в туманности, как и звёзды. Это соответствует его динамическим представлениям о спиральных звёздных системах. Между тем Л. Шпицер за последние годы довольно успешно развивал противоположные идеи, основывающиеся на резком скоплении материи в основной плоскости симметрии туманности.

Таким образом, если даже считать, как это приняли многие американские астрономы, что Хаббл дал бесспорное доказательство закручивания спиралей, всё же этот чрезвычайно интересный космогонический вопрос требует дальнейшей разработки.

Л и т е р а т у р а

[1] V. M. Slipher. Proc. Am. Phil. Soc., 56, 403, 1917; Publ. Am. Astr. Soc., 4, 232; Pop. Astr., 29, 272, 1921. — [2] B. Lindblad. Arkiv för mat., astr. och fys., 24, № 21. = Stockholm Medd. № 14, 1934; Astrophys. Journ., 92, 1, 1940. —

[3] E. Hubble. Astrophys. Journ., 97, 112, 1943. — [4] B. Lindblad and I. Ohman. Stockholm Annaler, 14, № 1 and № 3, 1942. — [5] I. Ohman. Publ. Astr. Soc. Pacific, 54, Apr., 1942.

Проф. Д. Я. Мартынов.

КОМЕТА ОТЕРМА 1943а

Единственная открытая за первые три квартала 1943 г. новая комета Отерма 1943а оказалась весьма любопытным объектом. Её орбита лежит целиком между орбитами Юпитера и Марса, наклонность и эксцентриситет малы; период её обращения — около 8 лет. Вот её элементы, вычисленные Хербигом и Мак Муллин из 56-дневной дуги (май 7, июнь 9, июль 2 1943):

$$\begin{aligned} T &= 1942, \text{ сент. } 13.653 \\ \omega &= 359^{\circ} 006 \\ \Omega &= 154^{\circ} 932 \\ i &= 3.981 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} T \\ \omega \\ \Omega \\ i \end{aligned}} \right\} 1943.0$$

$$\begin{aligned} \text{Сред. долгота для } 1950.0: M &= 187.^{\circ}3 \\ e &= 0.14271 \\ a &= 3.9842 \\ P &= 7.95 \text{ лет.} \end{aligned}$$

Комета очень слаба: 16^m (фг) или 17^m (виз). На фотографии, полученной с Кросслеевским рефлектором на Ликской обсерватории, она имеет вид звезды, окружённой слабой кольцевой туманностью. Имея в виду, что некоторые малые планеты также бывают окружены туманной оболочкой [малые планеты (182) Эльза и (224) Оксана по наблюдениям Комас Соля], возникает вопрос, не является ли новая комета малой планетой, при том из числа уже известных? Орбита кометы 1943а заставляет с полной уверенностью отнестись её к малым планетам группы Гильды, весьма изолированно стоящей среди малых планет. Планеты этой группы, числом 19, обладают большими долуосями между 3.88 и 3.99 А. Е. и имеют значительные наклонности и эксцентриситеты. Из них элементами, наиболее близкими к элементам кометы 1943а, обладают (334) Чикаго, (1038) Тукья и (1202) Марина. Особенно близки элементы (1202):

$$\begin{aligned} M &= 188^{\circ}.8 \\ \omega &= 315.3 \\ \Omega &= 51.4 \\ i &= 3.42 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} M \\ \omega \\ \Omega \\ i \end{aligned}} \right\} 1950.0$$

$$\begin{aligned} e &= 0.2046 \\ a &= 3.925 \end{aligned}$$

и яркость её 15^m. 1 ближе других подходит к яркости кометы. Расхождение в ω и Ω не должно смущать, так как и (1202) и комета подвергаются большим возмущениям со стороны Юпитера, и у (1202) эти элементы могли сильно измениться с 1938 г., когда её наблюдали в последний раз (в 1943 г. специальные поиски её не дали результатов).

Более или менее окончательное решение вопроса о тождественности (1202) Марина и кометы 1943а может дать так называемый критерий Тиссерана. Последний дал некоторую функцию a элементов планеты (см., например: М у л ь т о н. Введение в Небесную механику.

ОНТИ, 1935, стр. 264), которая не должна меняться в данном случае (у планет группы Гильды) при всех сближениях с Юпитером больше, чем на 0.0002. Между тем величина α для (1202) равна 0.5810, а для кометы 1943a α равна 0.5831, т. е. различие велико.

Поэтому считать эти два объекта тождественными не следует.

Интересно отметить, что комета Отерма 1943a является вторым кометным объектом солнечной системы, который сохраняет приблизительно одинаковое расстояние от Солнца и может наблюдаться в каждую оппозицию. Первым объектом этого рода является комета Шассман — Вахмана 1 (1925 II), которая движется между орбитами Юпитера и Сатурна с периодом в 16 лет и, несмотря на большее расстояние от Земли, имеет большую яркость (14^m), временами сильно меняющуюся.

Литература

[1] G. H. Herbig, A. D. F. Mc Mullin. *Comet Oterma 1943a: a Minor Planet?* Publ. Astr. Soc. Pacific, 55, 233 — 238, 1943. — [2] J. M. Vinter Hansen. *Comet Notes.* Ibid., 55, 249 — 250, 1943.

Проф. Д. Я. Мартинов

ГЕОЛОГИЯ

СОЛЯНЫЕ КОНУСЫ ВЫНОСА

Обычно конусами выноса называются массы щебня, гальки и песка с глиной, отлагаемые временными потоками и ручьями в устьях при выходе с возвышенностей и гор в долины и ложины. Такие массы земляного материала распределяются в общем в виде плоского конуса, вершиной обращенного к устьям, а расширенным концом выдвигающегося на подошву склона долины или на прилегающую равнину, так как на равнине поток быстро растекается во все стороны и теряет силу переноса.

Подобные же конусы выноса, состоящие не из отложений аллювиально-пролювиальных наносов, а из какой-нибудь одной или смеси нескольких солей, можно наблюдать в устьях отдельных оврагов и горных ключей, выносящих минеральную воду.

В этом случае конусы образуются из химических осадков солей, выпадающих из движущейся воды. При выходе на дневную поверхность и, растекаясь, солёные воды или рассолы уменьшают скорость движения, увеличивают испарение и резко изменяют температуру. Благодаря этому происходят постепенное выпадение выносимых растворённых солей и нарастание отложения химических осадков солей в виде плоского конуса.

В сущности, соляные конусы выноса являются по своему генезису аналогичными аллювиально-пролювиальным, отличаясь от первых только по своему петрографо-минералогическому составу.

Соляные конусы выноса поваренной соли нами наблюдались во время работы на соляном куполе Ходжа-мумын в западном

Таджикистане. Многие соляные ключи, при выходе своём из соляной залежи и растекании у подножия соляного купола, на верхней террасе р. Ях-су, образуют разного размера соляные конусы выноса из чистой поваренной соли. Соляной конус в устье источника Тузбулак при нашем посещении в 1934 г. достигал длины около 50—65 м. при ширине около 25—30 м и наибольшей мощности 5—7 м. В нескольких местах через весь конус проходили русловые борозды в соли, шириной около 0.5—1.25 м и глубиной 0.25—0.35 м, вымытые, видимо, ливневыми потоками, когда обычно насыщенные рассолы ключа на время разбавляются и на своём пути обладают выщелачивающей способностью.

Мелкие соляные конусы выноса из поваренной соли наблюдаются довольно часто у подножия соляного купола Хаджа-мумын в устьях соляных оврагов и ручьёв [1, 2].

Соляные конусы выноса из смешанных солей хлористого натрия и десятиводного сернокислого натрия (мирабилита) мною наблюдались в Камышкурганском соляном месторождении в Караконской соляной долине [3].

Караконская соляная долина расположена у северо-западных склонов Кизыл-тау, на территории Аштского района Таджикской ССР.

Атмосферные осадки, выпадающие на поверхность каменной соли (с отдельными лимзами и пластинами загрязнённого сульфата натрия) в горах Кизыл-тау, создали сложные карстовые полости, по которым циркулируют и насыщаются подземные рассолы, выходящие в виде соляных источников вдоль северо-западного борта Караконской долины.

Природные рассолы источников, с преобладанием в рассоле сернокислого и хлористого натрия, при своём выходе в Караконскую долину в зимние месяцы осаждают ион SO_4 и наращивают у склона долины мирабилитовые конусы выноса, с прослоями поваренной соли. Местами у выхода отдельных источников в зимнее время наблюдается настолько интенсивный рост конусов выноса, что на соляном ручье Караварак, протекающем по Караконской долине, образуются «сульфатные заторы», и ручей выходит из берегов, разливаясь по долине.

В летние месяцы наблюдается дегидратация (обезвоживание) на солнце мирабилита ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) и образование на поверхности пушонки безводного сульфата натрия — тенардита (Na_2SO_4), который частью сдувается ветрами и уносится золотым путем, частью остаётся на месте. В отдельных местах летом ручей Караварак прокладывает себе путь через сульфатные конусы выноса, части которого нависают над ручьём в виде соляных арок бугорчатых натёков мирабилита.

Сульфатные конусы выноса наблюдал геолог К. Н. Озеров (по устному сообщению) в горах Чуль-адыр Киргизской ССР.

У подножия западных склонов гор Чуль-адыр наблюдаются многочисленные выходы сульфатных родников из соленосно-гипсоносной толщи, которые здесь в зимние месяцы из года в год наращивают мирабилитовые конусы выноса значительных размеров и мощности [4].

Своеобразные соляные конусы выноса образуются у выхода соляных источников в долине р. Кемпендй Якутской ССР.

На правом крутом склоне долины р. Кемпендй в нескольких местах обнажается каменная соль, а по склону, ближе к реке, наблюдаются выходы соляных источников, у выхода которых в зимние месяцы образуются своеобразные соляные конусы и налёты из гидрогалита ($\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и криогалита.

Гидрогалит или бигидрат хлористого натрия представляет собой зимнюю соль соляных источников и озёр, которая выделяется из насыщенного раствора хлористого натрия, при понижении температуры ниже 0°C . В течение зимы у выхода соляных источников в долине р. Кемпендй вырастают огромные бугры-конусы из кристаллов гидрогалита, до десятков метров в диаметре и высотой до 4—5 м. Своеобразные соляные конусы выноса гидрогалита кемпендйских соляных источников существуют только 5—6 месяцев в году. С наступлением весны и повышением температуры выше 0°C гидрогалит конусов выноса начинает выветриваться, при этом часть кристаллизационной воды испаряется, часть утекает, а на месте остается чистая поваренная соль.

Соляные конусы выноса представляют не только геоморфологический интерес, как своеобразные образования химических осадков, но и большое практическое значение, как для добычи переотложенного чистого сульфата натрия, так и поваренной соли.

Л и т е р а т у р а

- [1] А. И. Дзенс-Литовский и А. Г. Бергман. Соляные купола юго-западного Таджикистана. Сб. «Таджико-Памирская Экспедиция 1943 г.», М.—Л., 1935.
- [2] А. И. Дзенс-Литовский. Соляные столы и грибы кулябских соляных куполов. Природа, 1936, № 3. — [3] Он же. Караконская соляная долина. Природа, 1941, № 1.
- [4] Он же. Кемпендйское месторождение ледяной поваренной соли — «ледяжи». — [5] Он же. Новое месторождение ископаемого сульфата натрия Чуль-адыр.

Проф. А. И. Дзенс-Литовский.

ЗОЛОВОЕ ОТЛОЖЕНИЕ «ЗЕРНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА» НА СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ

Рабочий-токарь одного из омских заводов, Эдуард Корти, 3 марта 1943 г. при поездке в район по тракту Омск — Кормяловка заметил в 8—10 км на восток от Омска и далее около деревни Половинка (на правом берегу р. Оми, в 25 км от Омска) на вершинах снежных дюн отдельные участки, резко выделявшиеся чёрным цветом на окружающем белом фоне. При ближайшем рассмотрении оказалось, что снег на этих участках был покрыт слоем зернистого чёрного вещества, легко сгребаемого руками. Корти собрал его значительное количество и по возвращении в

Омск доставил для определения. По его словам, средние размеры упомянутых чёрных участков были 10×15 м, а протяжение их вдоль дороги было километра два с перерывами. Максимальная толщина слоя чёрного налёта на снегу была 2 см. Корти отметил также, что наблюдал это явление на другой день после сильного бурана, который начался утром 2 марта и продолжался весь день. Оголённых от снега площадей он на своем пути не видел.

Местность, где проезжал Эд. Корти, геоморфологически принадлежит Западно-Сибирской низменности, а в отношении ландшафта является лесостепью, в которой берёзовые и осиново-берёзовые рощи (так называемые колки) чередуются с открытыми степными пространствами.

С педологической стороны данная местность относится проф. К. П. Горшенину к чернозёмной зоне, входя в её среднюю чернозёмно-подзолистую подзону. Материнские породы почв в этом районе представлены жёлто-бурыми глинами. Почвенный покров почти целиком состоит из чернозёмов двух разновидностей. Преобладают тучные и близкие к тучным зернистые чернозёмы с содержанием гумуса до 10% и более. Местами же они перемежаются с глинистыми, средними, комковатыми чернозёмами, в которых гумуса уже 8—9%. По микрорельефным немногочисленным понижениям залегают солонцы, в колках — подзолы.¹

Доставленный Эд. Корти материал представляет сыпучее тело, состоящее из округло-угловатых зёрен размерами от 0,5 до 2,0 мм (зёрен мельче 0,5 мм немного, они, вероятно, являются обломками более крупных). В общем масса их напоминает некоторые сорта охотничьего пороха. Цвет матово-чёрный с буроватым оттенком. При нагревании в тугоплавкой трубке выделяются пары воды, а далее — продукты сухой перегонки органических веществ с характерным запахом горелой земли. После прокалывания в тигле остаётся тонкий порошок желтовато-розового цвета, среди очень мелких минеральных компонентов которого преобладают зёрнышки полевого шпата и кварца. Качественный анализ показал присутствие SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 , CaO , MgO , щелочей.

Уже а priori можно было считать, что перед нами некое почвенное образование. Для проверки этого предположения надо было установить хотя бы присутствие гуминовой кислоты в испытуемом теле. Последнее обрабатывалось слабой соляной кислотой и промывалось аммиаком. В растворе получалась тёмная гуминово-аммиачная соль. Затем раствор этот обрабатывался HCl , причём жидкость обесцвечивалась, а гуминовая кислота садилась чёрными хлопьями на дно сосуда. Будучи собрана на фильтре и высушена, она представлялась чёрным веществом, весьма мало растворяющимся в воде и несколько более в спирте и эфире. При микроскопическом исследовании можно видеть, что

¹ К. П. Горшенин. Почвы чернозёмной полосы Западной Сибири. Омск. 1927.

имеется очень много зёрнышек кластического полевого шпата, сравнительно мало кварца. Размеры их чаще 0.02—0.03 мм. Зёрна размером 0.05×0.10 , 0.06×0.12 , 0.04×0.05 , 0.07×0.11 мм должны считаться уже крупными. Из полевых шпатов присутствуют ортоклаз и в меньшем количестве кислые плагиоклазы (альбит и олигоклаз). Среди кластических зёрен очень редко встречались ещё следующие минералы: бурая роговая обманка, хлорит, биотит, мусковит, не вполне уверенно определённые силлиманит, циркон и некоторые другие.

Органическое вещество, обмывающее обломочные зёрна минералов, в проходящем свете кажется коричневого цвета.

На основании всего сказанного можно утверждать, что наше тело действительно принадлежит чернозёму. Частицы его, поднятые в воздух, при передвижении в воздухе и по снежной поверхности в результате эоловой обработки несколько уплотнились и приобрели более или менее окатанную форму.

Зима 1942—1943 г. в этой части Омской области отличалась малым количеством атмосферных осадков. При сильном буряне некоторые межколочные площади, распахиваемые для посева хлебных злаков, могли обнажаться от снегового покрова; отсюда сдувало культурный слой и уносило его частицы далее, пока при ослаблении силы ветра не произошло отложение взвешенного материала на снежных буграх в других местах.

П. Л. Драверт
и П. Н. Чирвинский.

МИНЕРАЛОГИЯ

ОКРИСТАЛЛИЗОВАННЫЙ ФЛЮОРИТ В ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТАТАРИИ

Впервые флюорит на территории Татарской АССР был установлен мною в 1939 г. среди нижнепермских отложений у д. Сокольи Горы в виде рассеянных микровключений в гипсе^[1]. Позднее подобного же типа включения его были прослежены в целом ряде других мест^[2, 3]. Все попытки обнаружить присутствие флюорита в макроскопическом и ясно окристаллизованном виде успеха не имели. Только в 1942 г. при более внимательном просмотре имеющихся в Геолого-минералогическом музее Казанского университета коллекций сбора прежних лет мне удалось найти образец известкового доломита с выделением ясно различимых кристаллов флюорита. Этот образец был доставлен в музей А. А. Першаковым из окрестностей с. Шуран Лаишевского района. Судя по записи и характеру породы, известковый доломит, содержащий флюорит, принадлежит к отложениям казанского яруса, обнажающимся здесь местами на правом берегу Камы. Выделения флюорита в нём приурочиваются к кавернам, где в качестве спутников присутствуют гидрогетит и кальцит. Последние образуют на стенках каверны сплошную ко-

рочку, подстилающую флюорит. Гидрогетит выделяется непосредственно на стенках каверны, а кальцит — с поверхности его.

Флюорит даёт свободные торчащие в полость, ясно ограниченные кристаллы двух генераций. Первая из них, более ранняя, характеризуется бледнофиолетовой окраской, а вторая зеленоватой. Размер кристаллов первой генерации не превышает 1,5 мм, а второй 2,5 мм. В ограничении тех и других принимают участие только грани куба (100). Иногда они с поверхности прикрываются тонкой плёнкой глинистого материала. Грани куба гладкие и лишены каких-либо скульптурных особенностей. При спектральных исследованиях зеленоватого флюорита проф. С. А. Боровик обнаружил в качестве акцессорных примесей присутствие элементов: Be, Mg, Ca, Ti, V, Fe, Cu, Sr, Y и Ba. Генезис окристаллизованного флюорита следует приписывать выделению из инфильтрирующихся водных растворов.

Находка окристаллизованного флюорита в пермских отложениях Среднего Поволжья, насколько мне известно, является первой и представляет собой сугубо теоретический интерес в познании минерального комплекса экзогенного происхождения.

Литература

[1] Л. М. Миропольский. Флюорит в кунгурских отложениях Татарии. ДАН, т. 25, № 6, 1939, стр. 500.—[2] Л. М. Миропольский. О флюорите и флюоритсодержащих породах в пермских и верхнекаменноугольных отложениях Татарии и Чувашии. Изв. АН СССР, Сер. геол., № 2, стр. 56.—[3] Л. М. Миропольский. О микрокристаллических доломитах, их генезисе и псевдоморфозах гипса по ромбоэдрам доломита в нижнепермских отложениях Татарии. ДАН, т. 32, № 8, 1941, стр. 572.

Проф. Л. М. Миропольский

БИОФИЗИКА

ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ ПРОСТЕЙШИХ

Сравнительно недавно^[1] было установлено с полной очевидностью, что *Treponema pallidum*, возбудитель тяжёлого спирохетоза у человека, известного под названием сифилиса или лугса, может переносить действие очень низких температур. Так, 2,5-часовая экспозиция бледных трепонем при -271.5°C и 4-часовая при -252.7°C не оказали на них вредного влияния, так как данные микроорганизмы, оставшиеся в живых, неизменно вызвали у кроликов специфическое заболевание.

Отсюда возникла попытка изучить действие низких температур на какие-либо другие виды неклеточных организмов. Большой интерес в этом направлении представляли возбудители птичьей малярии. Соответствующие организмованные опыты показали, что плазмодии, принадлежащие к видам *Plasmodium cathemerium* (из крови воробьёв), *Pl. circumflexum* (из крови американских малиновок), *Pl. hexamerium*

(из крови пьющих воробьев), *Pl. lophurae* (из крови фазанов), *Pl. nucleophilum* (из крови дроздов), *Pl. relicium* var *matutinum* (из крови голубей), *Pl. rouxi* (из крови алжирских воробьев), *Pl. raughani* (из крови скворца) и быстро замороженные, в дальнейшем могут [2] храниться при температуре -78°C в течение 90 дней.

Микроскопическое исследование (после оттаивания) таких замороженных и столь долго находящихся под действием низкой температуры плазмодиев показывает, что многие из них погибают, но все пережившие кажутся вполне нормальными и обеспечивают обычную инфекцию здоровых птиц.

Л и т е р а т у р а

Ra] Iahnel. Klin. Wsch., № 24, 836, 1938. [12] Elnxwel] nad G. Jeffery. Proc. Soc. Mper. Biol. a. Med., 50, 222, 1942.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

БИОХИМИЯ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ВИРУСА ИНФЛЮЕНЦЫ

В настоящее время вирусологам известны два вида вируса инфлюэнцы *A* и *B* [1]. Оба эти вируса с большим успехом могут быть дифференцированы серологическим путем. Совершенно естественно, что этот факт обусловил исследование физико-химической природы этих видов вируса инфлюэнцы.

Тот и другой вид вируса можно было изолировать дифференциальным ультрацентрифугированием из аллантоисной жидкости инфицированных куриных зародышей [2]. В результате этих операций для опытов было получено приблизительно по 1 г каждого вируса, которые затем осторожно и тщательно были высушены с тем, чтобы стать исходным материалом для определений их физических свойств и химического состава.

В итоге соответствующих анализов оказалось, что оба вида вируса являются протеинами, существенно не отличающимися друг от друга, если судить по их ультрафиолетовой абсорбции, удельному объему, массе, их форме или по содержанию в них некоторых аминокислот (аргинин, тирозин, триптофан), общего, протеинового и пуринового азота, фосфора и золь. Кроме того, оказалось, что оба вида вируса инфлюэнцы содержат *d*-рибозу. Дезоксирибоза в их составе не обнаружена.

С другой стороны, выяснилось, что эти два вида вируса инфлюэнцы значительно различаются по содержанию и распределению серы. Это было особенно ясно выявлено для цистина. Так, например, его содержание (включая цистеин) у вида *A* было 4,3%, а соответственно у вида *B* 3,4%. Метгониин был представлен в равных количествах (1,7%) в обоих случаях, тогда как сера имелась в едва определяемых количествах.

Следовательно, установленные свойства вируса *A* и *B* инфлюэнцы подобны, в широком

смысле этого слова, свойствам вирусов, выделяемых из растений.

Под действием низкой температуры вирусные частицы инфлюэнцы правильно упаковывались, образуя кристаллические агрегаты. Растворение этих кристаллов легко достигалось при незначительном нагревании или достаточным разбавлением. Процесс образования кристаллов вирусных протеинов инфлюэнцы можно было проследить также в электронном микроскопе.

Л и т е р а т у р а

[1] C. Rooyen a. A. Rhodes. Viruses diseases of man. London, 1940. — [2] L. Chambers et al. Amer. Jnl. Med. Sci., 204, 915, 1942.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

ЗНАЧЕНИЕ ОЛИГО-ЭЛЕМЕНТА ВАНАДИЯ ДЛЯ ПЛЕСНЕВОГО ГРИБКА ASPERGILLUS NIGER

Один из штаммов *Aspergillus niger* (AN 315) Пастеровского института (Париж) содержит 0.15 мг ванадия на 1 кг сухого вещества.

Этот штамм с большим успехом можно культивировать¹ на среде следующего состава: воды 1000 мл, янтарной кислоты 40 г, NH_4Cl 2.5 г; K_2HPO_4 0.35 г; MgSO_4 0.25 г; Fe 200 γ; Zn 180 γ; Cu 10 γ; Mn 20 γ; Mo 20 γ. Соли железа, меди и молибдена, введенные в раствор, имели в совокупности менее 0.01 γ ванадия.

Но стоило к данной питательной среде прибавить ванадия (в концентрации $4.3 \cdot 10^{-9}$ г/л), как вес мицелия становился на 20.9% больше, чем в контрольных культурах данного грибка (рН 3.7; температура 32—33° С). Минимальное количество ванадия, необходимое для увеличения веса мицелия, было порядка $2 \cdot 10^{-9}$ г/л.

ФИЗИОЛОГИЯ

ИНТРАВЕННОЕ КОРМЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Внутривенные инъекции больным людям растворов глюкозы, как пищевого вещества, являются теперь обычной и рутинной клинической операцией. Интравенные инъекции продуктов ферментного переваривания казеина недавно также стали возможными [1] и даже детям [2]. Гомогенизированные жиры не представляют исключения в этом отношении, хотя инъекции эмульсий из них делались пока только детям [3, 4].

Случай первого одновременного внутривенного введения протеинов, жиров и сахара человеку в целях его кормления только что опубликован в США. Этот блестящий эксперимент был выполнен в хирургической клинике Чикагского университета [5].

¹ D. Bertrand. Comp. Rend. Acad. Sci., Paris, 213, 254, 1941.

— Д-р И. Ф. Леонтьев.

Опыт кормления пациента, попавшего в клинику по поводу обширного рака гортани, когда у оперированного были удалены значительная часть гортани, верхняя трахея и большая доля шейного отдела пищевода, продолжался 17 дней.

Тотчас после операции кормление больного производилось при помощи катетера, вставляемого в синус, образованный верхним концом пищевода у основания шеи, но затем катетер был снят, и пища больному давалась исключительно интравенным путем.

Пациент не был постельным больным, а проводил в течение дня длительные периоды, сидя в кресле или же гуляя по палате.

В качестве источника протеиновых веществ был взят раствор гидролизата казеина (патентный препарат «Амиген»). Источником жира служила тщательно гомогенизированная смесь из первосортного оливкового масла (500 мл) и свежего яичного лецитина (250 г), эмульгированная затем в трехкратно перегнанной воде (4500 мл), что позволяло получать мельчайшие жировые шарики с диаметром в один микрон и меньше.

Эмульсия подвергалась стерилизации в автоклаве под давлением.

Сахар готовился для кормления в форме 5—10% стерильных растворов глюкозы. Смеси упомянутых пищевых веществ были двух типов: первая из них не имела жира, а вторая включала его. Общее ежедневное количество пищевого раствора было 2—3 л, вводимых пациенту утром и вечером со скоростью 500 мл в час. Параллельно этому больному давалось ежедневно через пищевод 5 мл патентованного препарата, содержащего витамины А, В₁, В₂, С и D. Кроме того, больному через два дня на третий внутримышечно инъецировался экстракт печени.

Клинические наблюдения и лабораторные количественные анализы протеинов плазмы, азота мочи и испражнений показали, что пищевые вещества, вводимые внутривенно, активно утилизировались организмом больного, ибо у него не наблюдалось никакого падения в весе тела и был положительный баланс азота. Непротеиновый азот сыворотки был всегда в нормальных пределах.

И хотя количество вводимых пищевых веществ (протеина в среднем 75 г, сахара 125 г и жира 25 г ежедневно) было явно недостаточно для полного покрытия стандартных потребностей пациента подобного веса (60 кг), пациент чувствовал себя во всё время эксперимента удивительно хорошо. У него не было никаких болезненных явлений, вроде болей в грудной клетке, брюшной области или каких-либо других, могущих быть приписанными жировой эмболии.

К сожалению, больной через год после опыта умер от метастаза рака, образовавшегося в левой сонной артерии и вызвавшего кровоизлияние. До своей гибели пациент питался при помощи пищевого катетера.

Литература

[1] E. Eiman a. D. Weiner. Jnl. Amer. Med. Ass., 112, 796, 1940. — [2] A. Shohl. Jnl. Clin. Investig., 22, 257, 1943. — [3] L. Holt. Jnl. Pe-

diatr., 6, 117, 1935. — [4] P. Gordon a. S. Levin. Amer. Jnl. Dis. Child., 50, 894, 1935. — [5] D. Clark a. A. Brunswick. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 49, 329, 1942.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

МИКРОБИОЛОГИЯ

НОВОЕ О ТОКСИНЕ СТОЛБНЯКА

Эпидемиологами общепризнано, что столбняк — опасная военная инфекция, часто усугубляющая потери среди людей, получивших боевые ранения. Вместе с этим установлено, что для производства как лечебных препаратов (антистолбнячных сывороток), так и профилактических средств (столбнячного анатоксина) необходимо располагать высокоактивным токсином столбняка.

Новейшие исследования американских микробиологов [1], касающиеся условий роста *Clostridium tetani*, показали, что возможно систематически получать активный столбнячный токсин на питательных средах, свободных от пептона или каких-либо других веществ, обладающих антигенными свойствами подобно пептону.

Данная задача стимулировалась ещё тем, что анализ нескольких случаев появления у пациентов анафилактических симптомов после второй или третьей инъекции столбнячного анатоксина совершенно явно вскрыл роль пептона среды, как причинного агента этих симптомов.

Отсюда естественно возникли попытки создания условий, аналогичных достигнутым с *Cl. diphtheriae*, токсинообразования у столбняка на средах, где источником азотистых веществ берётся гидролизат казеина или смесь соответствующих аминокислот.

Длительными изысканиями поставленную задачу удалось разрешить и дать среду, вполне годную для промышленного получения высокоактивного столбнячного токсина (10—20 тысяч MLD для морской свинки), хотя эта среда относительно более сложна, чем среда для производства дифтерийного токсина [2]. В этих же опытах было найдено, что для оптимальных выходов столбнячного токсина существенны низкие, но строго учитываемые концентрации железа. Далее оказалось, что токсин столбняка, приготовленный [2] на свободном от пептона протеиновом гидролизате, может быть детоксицирован 0.2% раствором формалина в течение 3 недель, давая жидкий препарат анатоксина (160 000 MLD в 1 мл для мыши и 50 000 для свинки), лишенный антигенных компонентов.

Специальными [2] опытами на морских свинках выявлено, что между анатоксином, содержащим пептон, и анатоксином, свободным от последнего, нет качественных различий. Здесь могут быть лишь констатированы очень малые количественные расхождения в смысле антигенного действия.

Испытания на людях [2] столбнячного анатоксина, свободного от пептона, вполне оправдали, с точки зрения производства анатоксина, всю работу американских микро-

биологов, так как новый анатоксин не менее эффективен, чем анатоксин обычного типа, будучи свободным от реакций, вызываемых пептоном. Так, например, у 50 субъектов, подвергнувшихся иммунизации им, не было замечено каких-либо реакций, хотя большинство волонтеров были люди с определенным аллергическим состоянием.

Литература

[1] J. Mueller a. P. Miller. Jnl. Bacter. 43, 763, 1943. — [2] J. Mueller et al. Jnl. Clin. Invest., 22, 315, 319, 321, 325, 1943.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

МЕДИЦИНА

АНТИМАЛЯРИЙНАЯ ИММУНИЗАЦИЯ ПТИЦ

Симптоматическое и специфическое лечение малярии ни в какой мере не исключает профилактики этой тяжёлой болезни, а тем более экспериментальные исследования по получению мощных предупредительных средств. Поэтому опыты антималярийной иммунизации некоторых одомашненных птиц, выполненные недавно в Индии [1], приобретают всеобщий интерес.

В этих опытах в качестве антигена были взяты: 1) суспензия из инактивированных гомологичных спорозоитов возбудителя птичьей малярии *Plasmodium gallinaceum*; 2) сыворотки: с одной стороны, нормальная баранья, а с другой — сыворотки птиц, хронически инфицированных гомологичными плазмадиями, и 3) комбинация как из суспензии (вакцины) спорозоитов, так и указанных сывороток.

Любой из данных антигенов позволял снижать гибель птиц от малярии (равную в среднем 55.4%), но лучший профилактический эффект достигался комбинированным способом.

Так, при использовании вакцины смертность птиц равнялась 21.1%, при применении сывороток падала до 16.7%, а среди птиц, получающих комбинацию из вакцины и сыворотки, погибало только 7.3%.

Интенсивность инфекции у экспериментальных объектов измерялась ежедневным подсчётом заражённых красных кровяных телец. Эти наблюдения показали, что у каждой группы иммунизированных птиц наибольшее количество заражённых эритроцитов всегда было меньшим, чем у необработанных больных птиц (30%). Например, среднее значение количества заражённых телец у птиц, получавших вакцину, равнялось 20.5%, 17.9% было у птиц, которым вводили сыворотки, и 15% было при комбинированной иммунизации.

Эти результаты показывают, что в организме птиц имеет место взаимодействие между клеточными и гуморальными защитными агентами, так как наибольший иммунизаторный эффект получался у тех серий птиц, у которых производили комбинированную иммунизацию.

При производстве описанных опытов параллельно было установлено [2], что повторные инъекции инактивированных суспензий (с большим числом особей) спорозоитов *Pl. gallinaceum* всегда вызывали значительный подъём агглютинационного титра птичьей сыворотки. Антиген в этих опытах готовился путём экстракции из высушенных и размолотых грудок заражённых москитов, предварительно подвергнувшихся чередующемуся ультрафиолетовому облучению.

Птицы, сыворотки которых имели агглютинационный титр 1:32 000 и выше, были значительно более устойчивы при москитной инфекции их гемологичном штаммом *Pl. gallinaceum*. Гибель птиц в этих случаях равнялась только 7.7%. У неиммунизированных птиц или же у птиц с низким титром (1:16 000 и <) смертность была очень большой (51.4%). Наконец, соответствующими опытами было обнаружено, что вакцинация спорозоитами, частично защищающая от инфекции гомологичными спорозоитами, не имеет защитного эффекта при интравенных инъекциях крови, содержащей гомологичные профозонты.

Литература

[1] P. Russel a. B. Mohan. Jnl. Exp. Med., 76, 477, 1942. — [2] P. Russel et al. Jnl. Malaria Inst. India, 4, 311, 1942.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

ПРИЧИНЫ АРТЕРИОСКЛЕРОЗА

Американские патологи, особенно Хюпер [1], твердо считают, что неполноценное питание и нарушение окислительных процессов в стенках сосудистой системы являются общей и основной причиной дегенеративных явлений в артериях.

Свое мнение американские патологи основывают на том, что артериосклеротические изменения у животных можно вызвать тремя главными процедурами: во-первых, при помощи веществ, образующих [2,3] в животном организме плёнки и эмульсии (холестерин и др.); во-вторых, сосудотоническими (гипер- или гипо-) агентами [4] и, в-третьих, созданием [5] ненормальных гидростатических условий в кровеносных сосудах.

При этих исследованиях подмечено, что плёнообразующие агенты дают наилучшие возможности при создании патологических состояний в артериях, изменяя окислительную способность эритроцитов образованием на их поверхности плёнок.

С целью подтверждения своих взглядов Хюпер недавно предпринял [6] ряд экспериментов на собаках, которым он вводил, через яремную вену, 5% растворы поливинилового спирта, приготовленные на так называемом нормальном растворе хлорида натрия.

После инъекции указанного препарата, в количестве 125—150 мл, у собак из вены бралась кровь на предмет определения её окислительной способности при помощи манометрического аппарата ван-Слайка.

Измерения, сделанные тотчас после операции и спустя 24 часа, показали, что растворы поливинильного алкоголя уменьшают число циркулирующих красных кровяных телец, причём размеры их оставались постоянными или же лишь слегка изменялись. Но способность крови собак, обработанных поливинильным алкогolem, поглощать кислород заметно уменьшалась.

Совершенно совпадающие результаты были получены на кроликах, которых ежедневно нагружали в течение 9—12 недель 2 г холестерина, растворённого в масле земляного ореха. Объём O_2 (%), поглощённого эритроцитами неоперированных кроликов, был 8—14,5, в зависимости от количества введённого холестерина. Контрольные животные давали цифры значительно больше (15—18%).

Химический анализ крови оперированных собак показал также, что у них наступают резкие смещения значений таких показателей, как остаточный азот, общее количество протеинов сыворотки, фибриноген, достигая к концу шестой недели цифр, явных для патологического состояния. Другие конститuenty крови, как разные электролиты, жировые вещества и глюкоза, не обнаружили значительных отклонений от нормального уровня.

Одновременно было найдено, что инъекция собакам 5% раствора поливинильного алкоголя увеличивает, благодаря его осмотической активности, в течение первых 24 часов объём их плазмы приблизительно на 100%. При этом макромолекулярные агрегаты этого коллоида с трудом и медленно покидают кровяное русло животных, задерживаясь в значительных количествах на длительное время после введения.

Следовательно, изменения физико-химического состояния крови, выражающиеся прежде всего в уменьшении окислительной способности красных кровяных телец, обязаны покрывающему (плёнкообразующему) действию испытанного макромолекулярного соединения.

Тем самым прямые химические наблюдения Хюпера выявили всю значимость изменений или неполноту окислительной активности эритроцитов в процессе образования артериосклероза, диагностируемого у опытных животных гистологически.

Литература

- [1] W. Hueper. Arch. Pathol., 28, 510, 1939, W. Hueper. Medicine, 20, 397, 1941. — [2] E. Cowry. Arteriosclerosis. New-York, 1933. — [3] W. Hueper. Arch. Pathol., 31, 11, 1941 a. 33, 1, 1942. — [4] W. Hueper et al. Jnl. Lab. Clin. Med. 26, 1565, 1941; Arch. Pathol., 29, 633, 1940. — [5] V. Moon. Arch. Pathol., 3, 404, 1927. — [6] W. Hueper. Proc. Exp. Biol. a. Med. 47, 452, 1942.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

БОТАНИКА

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАГОРНЫХ ДУБРАВ В КАЧЕСТВЕ РАННЕВЕСЕННОГО ПАСТБИЩА

В травостое нагорных дубрав выдающуюся роль играет осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.). Она широко распространена в этих лесах и нередко встречается в большом количестве, особенно на склонах [1, 2, 6]. В таких местах (например, Воронежская область, Хопёрский заповедник, Теллермановская роща), по приблизительному расчёту, выход сырой массы этой осоки с гектара может быть определён в зимнее время не менее 1 ц [2]. Замечательно и важно в экономическом отношении, что листья осоки волосистой зимуют в зелёном состоянии. Пятнистые олени¹ копытят их из-под снега и охотно поедают. Следовательно, в здешних условиях эта осока является одним из основных зимних кормов пятнистых оленей, в то время как на их родине, в Уссурийском крае, *Carex pilosa* слабо поедается ими и то лишь ранней весной [5]. С тем же успехом, несомненно, осока волосистая могла бы служить ранневесенним зелёным кормом домашнему скоту, в особенности коровам. Ещё тогда, когда в лесу, за исключением склонов южной экспозиции, сохранился сплошной снежный покров, над ним во множестве возвышаются пучки зелёных листьев осоки. Хотя на полях в то же время уже сошёл снег, они, тем не менее, не скоро ещё зазеленеют (достаточной величины для скусывания) ростками трав. Нагорные же дубравы, несмотря на то, что они убелены снегом, благодаря присутствию осоки волосистой являются уже в этот момент пастбищами, которые используются пока лишь оленями да зайцами. А коровы томятся меж тем на скотных дворах и в сараях, лишённые мочина и зелёного корма — листьев осоки волосистой. Наряду с осокой, коровы в лесу могли бы объедать, как это делают олени, лишайники на коре деревьев [1, 2].

Когда в лесах исчезнет снег и земля покроется сочным ковром цветущих трав, тогда листья осоки уже перестанут привлекать внимание скота, они будут поедать их лишь изредка. Тогда на смену осоке волосистой явятся основным свежим кормом синие подснежинки-пролески (*Scilla sibirica* Andrw.) со свитой других ранневесенних дубравных трав: хохлаток (*Corydalis*), гусытников в (*Gagea*), медуниц (*Pulmonaria*), чистяка (*Ficaria ranunculoides* Roth.). Рогатый скот, выпущенный в это время на пастбу в лес, с большой жадностью и в большом количестве поедает пролески, а попутно и другие, упомянутые выше, травы. В жизни пятнистых оленей пролески имеют весьма важное значение;

¹ Весной 1938 г. группа пятнистых оленей (27 голов) была доставлена из Уссурийского края и поселена в Хопёрском заповеднике. Часть размножившихся с тех пор оленей (их теперь более сотни) переселилась в соседний с заповедником Теллермановский лес [1, 6].

так как являются первым основным и мас-совым свежеселёным кормом в условиях Хопёрского заповедника, что было отмечено ещё В. В. Нагорским [4]. В капитальной сводке по кормовым растениям, вышедшей под редакцией проф. И. В. Ларина [3],¹ прелески не только не значатся как кормовые, но дальневосточные представители этого рода (*Scilla*) указываются как ядовитые. В списке кормовых растений пятнистых оленей на Дальнем Востоке прелески (*Scilla*) не состоят [5]. Между тем, местное население заметило, что те коровы, которые выпасаются ранней весной в нагорных дубравах и поедают указанные травы, скорее пагуливаются и начинают давать значительно большее количество молока, нежели те, что пасутся на полях и выгонах.

Поскольку ранней весной ощущается острый недостаток в свежеселёном корме, поскольку мы заинтересованы, особенно теперь, в военной обстановке, в том, чтобы добиться в кратчайший срок наибольшей упитанности скота (необходимого так же, как тягло) и наибольшего выхода молочной продукции, постольку мы должны там, где это возможно и целесообразно, использовать ранней весной нагорные дубравы в качестве пастбищ. Особенно значение будет иметь это использование в районах, подвергшихся опустошению со стороны фашистских варваров.

Л и т е р а т у р а

[1] Л. Е. Аренс. Зимние условия существования пятнистых оленей в Хопёрском госзаповеднике. 1942 (рукопись). — [2] Л. Е. Аренс. Предварительный отчёт об экспедиции Хопёрского госзаповедника по обследованию пятнистых оленей в Телермановском лесхозе. 1944 (рукопись). — [3] Проф. И. В. Ларин и др. Кормовые растения естественных сенокосов и пастбищ СССР. 1937. — [4] В. В. Нагорский. Пятнистые олени в Хопёрском госзаповеднике. 1938—1940 (рукопись). — [5] Г. И. Рябова и А. П. Саверкин. Дикорастущие кормовые растения пятнистого оленя. Труды ДВФ АН СССР, Сер. ботан. т. II, 1937. — [6] Труды Хопёрского гос. заповедника, вып. I, 1940.

Л. Е. Аренс.

ЗООЛОГИЯ

ИНТРОДУКЦИЯ САЗАНА В ЗАПАДНУЮ СИБИРЬ

Сазан (*Cyprinus carpio*) широко распространён у нас в бассейнах Чёрного, Каспийского и Аральского морей, а также в р. Амуре, где играет важную роль в промысле. Вылов сазана в водоёмах СССР превышает 0,5 млн. ц в год.

Весьма высоки пищевые достоинства сазана. Количество съедобных частей в свежей рыбе составляет 45% общего веса, тогда как у

окуня и линя оно почти на 10% ниже. Мясо сазана является среднежирным (4,5—5% жира, 17% белка), т. е. значительно более ценным, чем у наших обычных озёрно-речных рыб (мясо язя содержит 3% жира, линя 1,5%; карася 1%, налима и щуки — только 0,5%). Если к этому добавить известную неприхотливость сазана в отношении условий жизни,¹ то станет понятно, почему в ряде стран уже издавна разводят эту рыбу, причём искусственно выведен целый ряд пород карпа, как называют рыбодоы разводного в культуре сазана.

В Китае карповодство насчитывает 3—4-тысячелетнюю давность. С XV в. начинает развиваться прудовое хозяйство в Европе. Наряду с культурой карпа в спускных прудах, приступают к разведению сазана в естественных водоёмах (Польша, Германия, Англия с 1514 г., Дания с 1560 г., США с 1800 г. и т. д.). Сазан неоднократно служил объектом разведения в водах России. Пушкинский в подмосковные пруды, он стал здесь обыкновенной рыбой. В 1885 г. некий мельник Ф. Богданов привёз несколько сазанов из р. Чу и пустил в пруд под г. Алма-ата, откуда после прорыва плотины в 1905 г. сазан проник в р. Или и по ней спустился до Балхаша. Вскоре уже эта рыба расселилась по всему озеру; с 1915 г. она стала объектом промысла в Балхаше, а теперь вылавливается там в количестве более 100 тыс. ц в год, составляя около 80% всей добычи. В 1932 г. балхашский сазан в количестве 335 экз. был перевезен в алакульские озёра (к востоку от Балхаша): в 1933 г. добавочно пущено 646 рыб. Н. Г. Некрашевич, исследовавший алакульские озёра в 1939 и 1940 гг., отмечает положительный результат интродукции сазана, который здесь хорошо размножается и начинает уже играть роль в промысле (в 1940 г. поймано 732 ц сазана, что составляет 11% общего вылова рыбы).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что сазан представляет собою весьма ценную промысловую рыбу, которая, к тому же, может быть сравнительно легко искусственно разведена как в озёрах и реках, так и в спускных прудах. Между тем, сазан отсутствует на значительном пространстве СССР, что явно невыгодно с рыбохозяйственной точки зрения. Как известно, этой рыбы нет в пределах всей циркумполярной подобласти [2], т. е. в бассейнах рек, текущих в Северный ледовитый океан и впадающих в северную часть Тихого океана.

Отсутствие сазана в Сибири вызвало многочисленные попытки акклиматизации здесь этой ценной рыбы. Широкие работы по интродукции сазана в водоёмы Западной Сибири проводятся в советское время, начиная с 1927 г.

¹ Сазан живёт как в пресной, так и солоноватой воде (при солёности до 8‰ в северном Каспии), в реках и озёрах, при том как в низменности, так и на плато (например, в оз. Тапараван в Грузии, лежащем на высоте 2075 м на ур. м.).

¹ Не упоминается в этой сводке и осока волосистая.

Выпуск сазана производился в Зауралье (5 озёр, 3 больших пруда), в барабинские озёра (4 водоёма), в бурлинско-карасукские озёра Алтайского края (оз. Хорошее и др.), северо-крупинские озёра Омской области (оз. Ик), верхнечулымские озёра Красноярского края (оз. Белое) и в оз. Берчи-куль Кемеровской области, в оз. Зайсан, в р. Иртыш у Семипалатинска и в ряд других водоёмов Западной Сибири.

На результатах интродукции сазана, как показало проведенное нами исследование, отражаются в первую очередь два момента: 1) величина посадки и 2) характер водоёма. Большой разницей в величине посадки, даже при наличии благоприятных условий для развития сазана в местах выпуска, не мог не сказаться на ходе акклиматизации. Минимальный размер посадки¹ сазана, который может обеспечить успешную акклиматизацию и быстрое получение хозяйственного эффекта, составляет 0,4 производителя для 2—3 шт. двух- и трехлеток сазана на 1 га водной площади.

В Зауралье посадки в целом были значительно более высокими, чем в Барабе и других районах Западной Сибири, и поэтому там имеются более определённые результаты (сазан встречается в уловах). В оз. Чаны, где сазан в 1931 г. нерестовал [7], дальнейшему его размножению помешали предел сильных заморы в течение нескольких последующих зим [3]. В оз. Белом сазан также пострадал от замора. Вообще в мелководных озёрах Западной Сибири замор является важнейшим отрицательным фактором, препятствующим акклиматизации здесь сазана. Достаточная плотность посадки, притом половозрелых рыб, обеспечивает с первых же лет массовое размножение, что, при наличии благоприятных условий, приводит к быстрому росту популяции сазана в новом местобитании.

В этом отношении большой интерес представляет группа бурлинско-карасукских озёр, которые в течение короткого периода времени стали своеобразным рассадником сазана в Западной Сибири.

По сообщению директора Карасукского рыбхоза тов. Цетович, уже через два года после посадки сазан стал весьма обычной рыбой в промысле. Заловы сезаньей молоди в последние годы достигают 10 ц в тоню летнего невода. В 1940 г. за одно притонение было добыто около 80 ц сазана; заловы по 20—25 ц являются обычными. До 1941 г. промысел сазана разрешён не был, и заловенная рыба выпускалась обратно.

Высокая концентрация сазана в оз. Хорошем привела к его расселению по всей системе вышележащих бурлинских озёр, площадь которых достигает 6 тыс. га.

¹ Размер посадки определяется нами, исходя из коэффициента биологической вызываемости до момента икротетания, показателя видовой плодовитости по С. А. Северцову и с учётом поправок на количество хищников и размеры водоёма.

С 1937 г. сазан из бурлинских озёр стал служить объектом для заселения многих озёр Алтайского края. В целях лучшего выращивания молоди сазана, на р. Бурле построен специальный питомник, состоящий из нерестовых прудов, в которые помещается определённое количество производителей (например, в 1940 г. от 14 гнезд сазана получено около 3 млн. штук сеголеток).

Таким образом, в настоящее время Западная Сибирь имеет собственный сазаний питомник, который, благодаря своему географическому положению, может быть широко использован для заселения сазаном многочисленных озёр Новосибирской области и Алтайского края.

Из группы барабинских озёр наилучшие результаты дала в настоящее время интродукция сазана в Сартлан (54° 59' с. ш.). На площадь озера в 27 800 га за период с 1927 по 1934 г. было выпущено 8235 экз. сазана, т. е. всего 0,3 шт. на 1 га. По исследованиям В. М. Кругловой в 1942 г., сазан стал довольно обычной рыбой в Сартлане; заловы сазана наблюдаются почти в каждую тоню (обычно 8—10 шт.), иногда добывается свыше 1 ц на замёт невода. В течение 15 лет работы с сазаном, несмотря на несомненную акклиматизацию его в Сартлане, не удалось достичь значительной плотности его популяции, и потому до промышленного использования здесь этой породы ещё далеко.

Прибыль воды, начавшаяся в 1941 г., значительно улучшила положение с естественным размножением рыб в Сартлане [6] и привела к восстановлению рыбных запасов в оз. Чаны. Теперь стоит на очереди использование популяции сазана из Сартлана для пополнения стада этой рыбы в Чанах и для заселения ею других водоёмов Барабы (небольшая партия уже выпущена в оз. Тандово).

Несомненно, что, помимо плотности посадки, на результатах интродукции сазана отражаются также племенные особенности производителей и, в частности, их требования к условиям жизни. Известно, что у сазана, наряду с полупроходной формой, совершающей миграции из предустьевых пространств в реки, есть жилые формы, круглый год живущие в одном месте (ильменный, ямный сазан и т. п.). Очевидно, что для целей интродукции безразличен экотип сазана, взятый в качестве исходного материала. Между тем, этому вопросу при интродукции сазана в Западную Сибирь рыбободы совершенно не придавали значения.

Что касается исходного материала, то разводимый в Западной Сибири сазан относится к трём группам, соответственно распространённо в бассейнах рр. Волги, Урала и оз. Балхаша. В Зауралье разводится в основном волжский сазан, завезённый из рр. Белой и Уфы, а в 1934 г.—из р. Ахтубы (Нижняя Волга); кроме того, в небольшом количестве ввезён туда уральский сазан (в оз. Куяш). В оз. Сартлан в 1927 и 1929 гг. выпущен волжский сазан (из Уфы), который впоследствии смешался с балхаш-

ским. Во все остальные водоёмы Западной Сибири, начиная с 1931 г., ввозился исключительно балхашский сазан.

Оценки и сравнения результатов интродукции сазана, взятого из различных районов, в Сибири не производилось. Есть основания полагать, что озёрный экотип балхашского сазана обладает преимуществами при заселении озёр Западной Сибири перед речным сазаном Волги и Урала. Это — одна из причин того, что в Зауралье, где завоз волжского сазана начался с 1909 г. и особенно интенсивным стал с 1929 г., акклиматизация его в озёрах до сих пор не дала еще большого хозяйственного эффекта, хотя сазан и размножается.

Вместе с тем, нужно учитывать, что балхашский сазан представляет собой рыбу южного происхождения, интродукция которой будет всё затруднительнее по мере движения к северу. Вследствие этого для продвижения сазана в относительно высокие широты (севернее 55° с. ш.), с более суровым климатом, необходимо либо использовать холодноводные формы сазана, обитающие в высокогорных озёрах (например, рекомендуемого И. Н. Арнольдом тапараванского сазана), либо применить метод «ступенчатой» интродукции, оправдывающий себя в разных отраслях сельского хозяйства. Схема последней заключается в том, что после переноса сазана из Балхаша (46° с. ш.) в бурлинские озёра (53° с. ш.) дальнейшую интродукцию этой рыбы в Западную Сибирь и, в частности, продвижение её на север нужно вести не с вновь привозимыми с юга партиями, а с материалом, который уже акклиматизировался здесь. Вследствие этого сазан, обитающий в ряде пунктов Западной Сибири, представляет большую ценность в качестве племенного материала для последующих рыбоводных работ.

О роли величины посадки в интродукционных работах свидетельствует также пример в оз. Зайсан. Этот водоём расположен (47—48° с. ш.) значительно южнее Сартлана или Буры и потому в смысле климатических условий более благоприятен для сазана (вода в июле прогревается до 30° на поверхности и до 23—24° на глубине 5—6 м). Небольшая глубина озера (до 8 м) и пологие, заросшие растительностью берега создают для сазана нормальные условия жизни. К. В. Смирнова, исследовавшая Зайсан в 1941 и 1942 гг., сообщила нам, что

сазан является весьма малочисленным. Если учесть, что в 1934 г. в озеро было выпущено всего 347 экз. сазана, т. е. 0.002 шт. на 1 га, то станет ясно, что процесс заселения Зайсана этой породой затянется на многие годы. Наблюдающаяся в связи с обсыханием подоёв гибель молоди сазана ещё более задерживает рост его популяции здесь.

Мы не останавливаемся в настоящей заметке на вопросах биологии сазана. Следует лишь отметить, что рост рыб в большинстве случаев является более интенсивным, чем у исходного материала. Это свидетельствует о вполне благоприятных условиях существования сазана во многих районах Сибири.

Интродукция сазана в Западную Сибирь — лишь один из разделов весьма обширной работы, которая ведётся здесь нашими рыбоводами. В условиях Отечественной войны, когда в Сибири начала создаваться крупная рыбная промышленность, значение рыбоводно-акклиматизационных мероприятий не только не упало, но значительно выросло. Во всех областях и краях Западной Сибири проводятся теперь широкие работы по заселению сазаном новых водоёмов. Есть все основания полагать, что, подобно Балхашу, в ряде сибирских водоёмов сазан со временем станет важной промысловой рыбой.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. Н. Башмаков. Акклиматизация сазана и карпа на барабинских озёрах. Охотник и рыбак Сибири, 1931, № 6—7. — [2] Л. С. Берг. Рыбы пресных вод СССР. Изд. 3, 1932—1933. — [3] Г. Д. Дулькейт, В. Н. и А. Я. Башмаковы. Барабинские озёра и их рыбное хозяйство. Тр. Зап.-Сиб. отд. Инст. озёр. и речн. рыбн. хоз. (ВНИОРХ), т. II, 1935. — [4] Б. Г. Иоганзен. Краткий обзор научно-исследовательских работ Зап.-Сибирского отделения ВНИОРХ за 1931—1935 гг. Там же. — [5] Б. Г. Иоганзен. Озеро Ик Северо-Крутинского района Западной Сибири. Изв. геогр. общ., т. 67, вып. 3, 1935. — [6] Б. Г. Иоганзен. Охрана рыбных запасов в водоёмах Новосибирской области. Новосибиргиз, 1942. — [7] Н. Г. Некрашевич. Балхашский сазан в оз. Чаны. Тр. Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ, т. I, 1934. — [8] А. В. Подлесный. Акклиматизация рыб на Урале и её результаты. Тр. Урал. отд. ВНИОРХ, т. I, 1939.

Б. Г. Иоганзен.

ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

РАСТЕНИЕВОДЧЕСКИЕ И РАСТЕНИЕВЕДЧЕ- СКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДВЕ ТЫСЯЧИ ЛЕТ ТОМУ НАЗАД (ПО ДИДАКТИЧЕСКОЙ ПОЭМЕ ВЕРГИЛИЯ „ГЕОРГИКИ“)

Проф. В. Г. АЛЕКСАНДРОВ

Каждая страна кровно заинтересо-вана в получении источников питания возможно больше и лучше. В Советском Союзе развёрнута широкая практическая и теоретическая работа, в развитии которой выдвинуты новые проблемы по всем отраслям знания, имеющие отношение к растениям и их культуре — земледелию.

Обозревая мысленно эту современную нам работу во всей её разносторонности, невольно спрашиваешь себя: а как думали о земледелии образованные люди давно прошедших веков? Хорошо известно, что земледельческая культура ряда государств древности была очень высока. Об этом свидетельствуют археологические и исторические материалы и памятники древней литературы и искусства. В частности, от Рима современная земледельческая культура получила громадное наследство не только путём непосредственной передачи приобретенного задолго до нас опыта, но и в творениях великих римских философов, писателей и поэтов. Из трудов Катона, Варрона, Колумеллы, Плиния и других можно убедиться, как много идей в области растениеводства и растениеведения занимало умы культурных людей древности. Многие из них не потеряли свежести и значения и в настоящее время. Особенно замечательна в этом отношении дидактическая поэма

о земледелии величайшего римского поэта Вергилия — «Георгики».

К работе над «Георгики» Вергилий приступил, согласно утверждению ряда исследователей, в 37 г. до н. э., 1981 год тому назад. Готовился он к своему труду долго и тщательно, изучая, наряду с поэтическими произведениями его предшественников (Гомер, Феокрит, Аполлоний Родосский, Гесиод, Лукреций и др.), работы крупнейших естествоиспытателей (Аристотель, Теофраст и др.) и даже агрономическую литературу (Магон, Варрон, Плиний и др.). К созданию «Георгики» Вергилий приступил не только как поэт, но, как серьёзный, хорошо подготовленный учёный. К этому следует добавить, что Вергилий сам был сельским хозяином, любил это дело и хорошо знал его на практике. Следовательно, сомневаться в том, что Вергилий основательно был знаком с современным ему теоретическим и практическим уровнем растениеводства и растениеведения, не приходится.

«Георгики» были задуманы по предложению известного покровителя наук и искусств Мецената, передавшего Вергилию поручение императора Августа. Август был очень строгим повелителем. Его желания, поручения и приказы были равносильны закону. Конечно, никто не осмелился бы отнестись легкомысленно к исполнению

данных им поручений. Можно быть вполне уверенным, что все сведения, собранные Вергилием в поэме, базируются или на проверенных фактах, или на сообщениях, заслуживающих доверия исследователей. Сам Вергилий по натуре своей был исключительно серьёзным и добросовестным человеком. Поэма «Георгики» — плод не только поэтического вдохновения, но и строгой мысли и ответственного опыта.

«Георгики» весьма богаты содержанием, охватывая ряд разделов культурного сельского хозяйства. Рассмотрим лишь несколько примеров из поэмы, показывающих высокий уровень практических достижений и идей в растениеводстве и растениеведении.

Среди разнообразных наставлений, как и когда производить подготовку и обработку земли, заготовку семян, в какие сроки и при каких условиях приступать к посеву, как ухаживать за полевыми культурами и убирать урожай, обращает внимание вполне современная нам трактовка вопросов о паре, севообороте и плодосмене. Это видно из цитаты (1):¹

(1) Также терпи, чтоб год отдохало поле
 Чтоб укрепилось оно, покой на досуге
 Или златые там сей, — как солнце
 Раньше с дрожащим стручком собрав
 Или же вики плоды невеликие,
 Горьких ломкие стебли и лес их,
 Так, сменяя плоды, поля предаются
 Но не обманет надежд, козь и вовсе
 Часто бывает полезно палить
 Лёгкое в поле сжигать трещущим
 пламенем жнивье.
 (I, 82—85)

Повидимому, ещё задолго до Вергилия имели вполне определённое и правильное понятие о роли бобовых культур в полеводстве. Всё те же классические: горох, вика и люпин фигурируют как улучшающие почву

под посеvy злаков. Даже сжигание жнивья уже тогда рекомендовалось для улучшения будущих посевов.

Рациональные меры борьбы с сорняками, вопросы о влиянии различных культур на степень плодородности почвы и состояние её были изучены и разработаны настолько исчерпывающе, что и сейчас они не потеряли своего значения, — цитата (2):

(2) Ежели почва скупа, тогда перед самым
 Будет довольно её поднять Арктуром
 И чтоб обидеть не мог урожай неглубокой,
 И чтоб бесплодный песок не утратил
 Ниву спяляет посея льняной, спяляет
 Также спяляет и мак, напитанный дремой
 А с промежутками в год — труд спорый:
 Почву вдоволь питать навозом жирным,
 Грязную сыпать золу поверх
 истощённого поля.
 (I, 77—81)

Арктур — звезда в созвездии Большой Медведицы, расположенная в хвосте её и имеющая восхождение в сентябре. Следовательно, здесь говорится о специальной мелкой вспашке для борьбы с сорняками и сохранения влаги в почве.

Особенно интересна глава (книга) II, трактующая о плодоводстве и виноградарстве. Местами кажется, что имеешь дело с современными учёными трактатами; а не с книгой, созданной в весьма отдалённые от нас времена.

Разве не чувствуется это в цитате (3):

(3) Те, что по воле своей выросли
 Хотя и бесплодны, зато возвышаются
 Почва им силу даёт, но если б такие
 Кто-нибудь стал прививать или вручил бы
 Дух потеряли б лесной и при постоянном
 Стали б послушливо все подчиняться
 любому искусству.
 (II, 47—52)

указывающей на глубокую разницу произрастания плодовых деревьев в диком состоянии и в культуре, —

¹ Цитаты приводятся в переводе С. Шерванского: Вергилий. Сельские поэмы. Буколики и Георгики. М.—Л., 1933.

доказательство проникновенной мысли философа-естествоиспытателя. Идея о почти беспредельной пластичности растительного организма под влиянием воздействия приёмов культуры в приводимой выдержке из книги Вергилия более чем ясно выражена.

Наряду с сознанием коренного формирующего действия приёмов культуры на плодовые деревья, древние прекрасно знали, что размножение семенами не даёт непосредственно форм с известными культурными качествами. Нужны или упорный продолжительный труд соответствующего воспитания молодого растения или же применение различных способов вегетативного размножения. При этом для каждого вида растения, в соответствии с его биологическими особенностями, должны быть применимы свои особые приёмы вегетативного размножения: то колышек, то отводок, то ветка, — цитата (4):

(4) Если ж от семени прямо принявшись,
 Рост его долог, оно даст тень лишь
 И вырождается плод, позабыв о соке
 Гроздья дурные лоза приносит в добычу
 Стало быть, надо им всем свой труд
 Их к бороздам приучать и с большим
 Лучше всё ж от колё маслина, лоза
 Вырастет, мирт же Пафосский от целой
 ветки, покрепче.
 (II, 57—64)

Еще поразительнее по своей неожиданности указание Вергилия на возможность не только межвидовых и межродовых прививок, но и между растениями весьма отдалённого сродства: орех—земляничное дерево, платан — яблоня, бук — каштан, ясень — груша, вяз — дуб, — цитата (5):

(5) Плод ореха привить к земляничному
 дереву можно,
 Часто бесплодный платан здоровую
 яблоню носит,
 Бук — каштана плоды; на ясене диком
 белеет
 Грушевый цвет, и свинья под вязами
 жолуди давит.
 (II, 69—72)

Прививки каштана на буке или дуба на вязе при современных воз-

зрениях вполне возможны, по крайней мере теоретически. Но яблоня на платане, грецкий орех на земляничном дереве или груша на ясене?! Не относится ли это к области поэтической фантазии Вергилия? Может быть, Вергилий почерпнул сведения о возможности столь широкого размаха прививочной практики из какого-либо более древнего учёного труда или из преданий давно прошедших времён? Но всё же, имея в виду не подлежащими сомнениям строгость и точность Вергилия при выполнении им поручения Августа, следует думать, что сам Вергилий относился к сообщаемым им фактам вполне серьёзно. При всём этом нельзя забывать также и того, что Вергилий был опытный и, наверное, знающий полевод и плодовод, весьма заинтересованный в этом деле. Однако как бы мало правдоподобности ни было в вышеприведённой цитате (5), по ней можно судить, насколько смелы были в древнее время идеи о прививках. Может быть, древние обладали большим искусством прививать, знали особые, забытые теперь или не открытые последующим поколениям приёмы? Поэтому им удавалось прививать то, что теперь кажется фантазией. Таким же исключительным искусником прививки в наше время был Мичурин.

К прививкам Вергилий относится очень внимательно. Они его живо интересуют. Воздействие прививок могуче; эффективность их простирается, по убеждению Вергилия, до глубочайшего метаморфоза растительных форм. Пределов возможностям прививок указать почти невозможно — цитата (6):

(6) Часто видим мы, как одного
 превращаются ветви
 В ветви другого, и вот, изменённая
 груша приносит
 Плод привитой и кизил каменный
 в сливах алеет.
 (II, 32—34)

В древности прекрасно различали различные виды деревьев (вязов, ив, крушин, кипарисов), а ещё лучше сорта культурных форм (маслины, груши), — цитата (7):

(7) Кроме того, есть вид не один и вязов
 могучих.

Также ив и крушин и идэйских дерев—
кипарисов;
Жирные все на одно лицо не родятся
маслины,
Круглые, длинные, есть и горькие,
нужные жомам.
Есть плоды и леса, Алкиноя; у груш
Крустумерских
И у Сирийских — побег не один, — иль
у грузных Волемов.
(II, 83—88)

Особенно блестяще представлено перечисление сортов винограда, с краткой характеристикой каждого сорта. Цитатой (8) мы приводим описание лишь нескольких сортов из большого числа упоминаемых Вергилием. Ему известно так много сортов, что он сам отказывается от непосильной задачи исчислить все виды их и названия. Сорта, что песку и волн в море, — цитата (8):

(8) Грозд виноградный не тот свисает
с кустарников наших,
Что с Метимнейской лозы собирает
по осени Лесбос,
Фасский есть виноград и белый
Маретидский;
Первому лучше земля пожирней,
а второму полегче;
Псифия — лучший изюм для вина,
а Лагеос тонкий
В ноги ударит потом и свяжет язык
говорящий.
(II, 89—94)

Но для того, чтобы дать все виды их
и названья,
Чисел нехватит, да их исчислять
и незачем вовсе.
Ибо желать их узнать — всё то же, что
в море Либийском
Весь исчислить песок, Зефиром со дна
возмущённый,
Или, когда на суда сильнее Эвр
налегает,
Вызвать, как много на брег набегает
волн ионийских.
(II, 103—108)

Как высоко стояла культура саженцев плодовых деревьев, прекрасно демонстрирует цитата (9). По приводимой выдержке из замечательной поэмы гениального римского поэта можно судить, насколько далеко шли практика и наблюдательность древних представителей культурного земледелия. Даже в настоящее время вопросы, затронутые Вергилием, привлекают напряжённое внимание исследователей. Эти вопросы всё ещё новы и отнюдь не могут считаться решёнными.

(9) Те же из хозяев, кого никакая забота
не минет,
Раньше подобное ж место найдут, чтоб
на нём приготовить
Первые саженцы, их же потом
разместить по порядку,
Чтобы не звать семенам, что мать
нежданно сменили.
Боле того, на коре отмечают и сторону
света,
Чтобы, как прежде, оно стояло: откуда
терпело
Австра зной и как спиной обращалось
на север.
Всё сохранить: до того привычки
сызмала важны.
(II, 265—272)

Современное нам плодоводство учит, что привитые молодые плодовые деревья обязательно следует высаживать вдали от питомника саженцев. В противном случае опыление пылью сеянцев молодого привитого материала может сильно повлиять на формирование сортовых качеств плодов в нежелательную сторону. Проблема установления закономерностей в формировании определённых свойств сорта плодового дерева в связи с особенностями качеств, вносимых пылью, является одной из актуальнейших проблем современья.

При широко развернувшейся практике древонасаждения, в связи с озеленением и задачей быстрого создания парковых массивов в городах, только сравнительно недавно теоретически установили непременность соблюдения при пересадках той же ориентации по странам света, в которой дерево выросло до пересадки. Неудачи пересадок не столь уже редко бывают вызваны несоблюдением этого правила. А Вергилий не только хорошо его знал, но пытался теоретически его обосновать, в соответствии с уровнем тогдашних знаний в области биологии — «привычки сызмала важны».

Виноградарство, повидимому, давно уже приучило древнего сельского хозяина к рациональному использованию не только всей мощности плодородия почвы и характера рельефа местности, но также даёт показательные примеры сознательности в вопросе о значении площади питания. Это прекрасно видно из цитаты (10):

(10) Лучше ль на склоне холмов,
на равнине ль насаживать лозы,
Раньше узнай. Разобьешь участки
жирного поля, —
Сей потесней: в тесноте не ленивей лоза
плодоносит.
Если же на склоне пригорка земля,
на холме ли покатою,
Будь не столь строгим к рядам; всё ж
надо точь-в-точь с прилежаньем
При насаждении кустов разграничить
квадраты проходов.
(II, 273—278)

Так всё пусть равным числом дорожек
размерено будет,
Не для того, чтобы вид утешал лишь
праздную душу,
Но потому, что земля не даст иначе
всем равной
Силы, и отпрыски лоз протянутся
не смогут в пространстве.
(II, 284—287)

Практика и законы чеканки, пасынкования были также хорошо знакомы древним. Как и теперь, сначала рекомендуется, пока побеги молодые и нежны, лишь прищипывать руками только листья, а затем уже приступать к пасынкованию, удалению излишних побегов, — цитата (11):

(11) С нежной доколе листвою взрослеет
младенческий возраст,
Юную нужно беречь. Пока веселая к небу
Ветви тянет она и привольная в воздух
стремится,
Трогать не время её серпа острием,
но, согнувши
Пальцы, листву хватать, её обрывать,
чтоб редела,
А как начнут обнимать, едва лишь
окрепнув корнями,
Вязы, режь им листву, обстригай
боковые побеги.
Раньше боятся они железа; тогда лишь
суровой
Властью действуй на них и излишние
сдерживай ветви.
(II, 362—370)

Гекзаметрическая форма изложения содержания сельскохозяйственных идей, известных Вергилию, своеобразие этой формы несомненно стесняли его в отношении сохранения исчерпывающей полноты передачи темы повествования, использования всей суммы обладаемых им знаний. Поэтому не всегда легко бывает понять, что хотел сказать поэт. До нас достигли лишь отрывки сведений о культуре ушедших эпох, пережитых древним культурным миром. И всё же перед глубиной, силой и проникновен-

ностью их мысли следует с благодарностью преклониться.

Разве не достоин самого действительного внимания совет Вергилия не брать для отводков побегов с высоких горизонтов кроны деревьев, — цитата (12):

(12) Также пускай на закат у тебя
не глядит виноградник.
Да не сажай между лоз ореха; а также
побегов
Сверху не рви, от дерёв не бери ты
отводков высоких
Землю так любят они...
(II, 298—301)

Вергилию, его современникам и предшественникам, разумеется, не свойствен был тот ход новейших теоретических положений о стадийности старых и стадийно молсдых побегов с комплексе идей, вызванных к жизни трудами и творчеством Мичурина. Но проблески многогранной мощи человеческого гения пробивались неоднократно на протяжении многих веков, возвращаясь в любом разделе мысли к одному и тому же, совершая свой ход развития по спирали. Подтверждение этой мысли Ленина — поэма Вергилия.

Мы привели очень небольшое количество цитат только из двух первых глав (книг) поэмы. Содержание поэмы, её четыре книги, наряду с высоким поэтическим пафосом и гармоничностью трактовки, поистине неисчерпаемо. «Георгики» должна быть настольной книгой для каждого, имеющего отношение к научному земледелию, как источник вдохновения к творчеству в области искусства управлять растением, создавать всё новые и новые формы в связи с потребностями человека.

Вергилий прекрасно понимал неполноту сообщаемых им сведений, — цитата (13):

(13) Нет, не стремлюсь я всего охватить
моими стихами,
Нет, если б даже и сто языков, сто уст
возьмел я,
Голос железный...
(II, 42—44)

Сказать всё невозможно — слишком обширна задача. Но и за то, что дал в такой совершенной форме Вергилий, людское потомство должно быть благодарным.

НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

СОВЕЩАНИЕ ПО БИОЛОГИЧЕСКОМУ МЕТОДУ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ЛЕСА

В феврале 1944 г. при Всесоюзном Научно-исследовательском институте лесного хозяйства было организовано междуведомственное совещание по биологическому методу борьбы с вредителями леса, в котором принял участие ряд научных и производственных учреждений Союза. На совещании были обсуждены итоги работ по биологическому методу борьбы с вредными насекомыми в лесах и парках Союза и намечены пути дальнейших исследований в этой области.

Доклад С. К. Флёрова (Главлесоохрана при СНК СССР) о санитарно-патологическом состоянии лесов водоохранной зоны и выступления ряда известных советских лесоводов (проф. А. В. Тюрин, д-р В. Г. Нестеров) придали совещанию широкий экологический характер. Из доклада Флёрова выяснилось, что военные действия и хищнические рубки немецких оккупантов нанесли огромный ущерб лесному фонду, расстроили большие площади наиболее ценных лесных массивов Европейской части СССР, привели леса в антисанитарное состояние и тем самым в ряде мест поставили их под угрозу повреждений со стороны вредных насекомых. С другой стороны, неблагоприятные метеорологические условия прошлых лет (засухи 1936, 1938 гг. и зимние морозы 1939/40, 1941/42 гг.) ослабили защитные свойства лесных насаждений и благоприятствовали накоплению в лесах вредных насекомых. В 1944 г. в ряде областей Союза ожидается усиление развития сосновой пяденицы, охватившей более 60 000 га молодых сосновых насаждений, и непарного шелкопряда, размножение которого достигло небывалых размеров и поставило под угрозу существование дубрав в лесостепной и степной зонах. Значительно увеличались очаги короедов, златок и других вторичных вредителей леса. Борьба с ними в условиях войны затруднена, т. е. требует применения авиации и большого расхода дефицитных химикатов и рабочей силы.

Создавшееся положение заставляет искать новых путей борьбы с вредителями лесов. Из доклада канд. с.-х. наук Модестова (ВНИИЛХ), посвящённого развитию биометода в СССР и за границей, выяснились большие перспективы его применения в условиях лесного хозяйства и, полная возможность скорого осуществления в производстве. До-

кладчик подчеркнул, что в лесном хозяйстве метод так называемого «насыщения» паразитами очагов вредителей, т. е. разведение их в лабораториях и последующий выпуск в лесу, имеет ограниченное значение. Больше внимания должно быть уделено другим формам биометода, в частности концентрации полезной энтомофауны в очагах вредных насекомых путём перемещения наличного запаса паразитов и хищников в пределах биоценозов леса, созданию благоприятных условий для развития полезной энтомофауны в лесах, привлечению птиц и «воспособлению» их работе путём простейших лесохозяйственных мероприятий, использованию кур против ряда первичных вредителей и т. д.

Метод концентрации хищных насекомых в очагах короедов разрабатывается А. И. Воронцовым (ВНИИЛХ), который в своём докладе подробно остановился на теоретической основе исследуемого вопроса. Поведение взрослой формы хищных жуков, истребляющих короедов, зависит от факторов окружающей среды; однако воздействие последних на разных этапах развития организма неодинаково и определяется его внутренним физиологическим состоянием. При этом необходимо изучение экологического стандарта жизни каждого вида, так как оптимальные условия развития стадий меняются и не всегда определяют поведение жуков. Концентрацию нескольких видов хищных жуков, поедающих яйцепродукцию и личинок короедов в их ходах, удалось осуществить в период вылета жуков с мест зимовок на пищевые приманки (берёзовый сок, смоченные куски коры хвойных пород). Эффективное действие приманок находилось в прямой зависимости от их влажности. Отмечена также концентрация хищных жуков и, главным образом, личинок в комлевой части стволов деревьев, как результат осенней миграции, совпадающей с падением высоких летних температур. Осенью происходит скопление жуков в сухих местообитаниях, старых пнях и дуплах деревьев. Исследования в природе сопромождались изучением микроклимата под корой деревьев, пней и мест зимовок.

З. С. Ломакина (Ильменский госзаповедник) посвятила доклад анализу факторов сопротивления среды, тормозящих осуществ-

вление биотического потенциала короедов в условиях Тебердинского и Ильменского заповедников. Ею отмечены большая роль хищных жуков в динамике короедного отпада и полная возможность использования ряда видов для биометода. В докладе приведены также интересные соображения, основанные на количественных учётах о положительной роли серого соснового усача (*Acanthocinus aedilis* L.), личинки которого живут под корой заражённых короедами деревьев и, конкурируя с последними за площадь поселения и питания, резко снижают выход молодого поколения короедов.

Большой интерес вызвал доклад Б. В. Сокановского, посвящённый созданию условий для массового размножения тахин и наездников путём культивирования травянистых многолетних растений и кустарников. Обогащение чистых лесных насаждений и лустырей, предназначенных к закультивированию древесной растительностью, даёт возможность скапливать в нужных местах большое количество разнообразных полезных насекомых (особенно тахин и наездников), которые будут сдерживать градации вредителей. Многолетники выбираются с учётом их нектароносности, сроков цветения, совпадающих с лётом и питанием полезных насекомых, и окраски, их привлекающей. Опыты, проведенные в лесопарках, дали положительные результаты, очистив ряд участков от личинок майского хруща.

Работы Б. А. Смирнова, проведенные в Воронежском госзаповеднике, успешно разрешили вопрос о применении желтой лесной расы трихограммы (*Trichogramma pini*) против соснового шелкопряда и сосновой пяденицы. В опытах были учтены особенности лесной обстановки. Докладчик отказался от механического перенесения опыта сельского хозяйства в лес и доказал, что разведение крупной лесной расы трихограммы на зерновой моли ведёт к деградации и понижению активности трихограммы. В качестве новых хозяев для разведения были использованы дубовый шелкопряд, дубовая хохлатка и вошинная моль.

Б. В. Щербakov (Москва, Биомузей), доклад которого был посвящён воспитанию трихограммы на малом мучном хрущаче, подверг серьёзной критике существующую в сельском хозяйстве технику разведения трихограммы и продемонстрировал совещанию свой метод, не требующий «вспомогательного цеха» для воспитания зерновой моли и значительно сокращающий расход рабочего времени.

В докладе канд. биол. наук Рывкина (БелНИИЛХ) были подведены итоги изучения лесных видов теленомуса и опыта его массового разведения в производственной биологической лаборатории Главлесохраны при СНК СССР. Разведение теленомуса производилось на яйцах соснового шелкопряда, для получения которых собирались и воспитывались в лаборатории гусеницы соснового шелкопряда. Воспитание и хранение гусениц встретили ряд трудностей и в массовом масштабе не удалось, хотя и дали положительные результаты при предварительных опытах. Экология

теленомуса и его промежуточные хозяева оказались недостаточно изученными, и все работы по теленомусу требуют продолжения.

Вопрос о применении некоторых видов хальцид для борьбы с короедами был поставлен в докладе В. П. Гречкина (ВНИИЛХ). Докладчик привёл данные, характеризующие заражённость отдельных видов короедов хальцидами, и подробно остановился на изложении биоэкологии мало известного в СССР иммагинального паразита хальцида ипоцелиуса.

Акад. Серебровский поделился с совещанием опытом своей работы по изучению тахин, паразитирующих на вредителях огородных культур. Призывая энтомологов заняться изучением возможного применения для биометода этой мало изученной и «забытой» группы паразитов, докладчик высказал свои соображения о возможности широкого использования их для борьбы с вредителями лесного хозяйства, подчеркнув особо вопросы создания для тахин необходимой кормовой базы и воспитания на искусственных средах. Среди форм биометода им указана возможность отлова гусениц из очагов вредителей, их искусственное заражение и обратный выпуск в очаги. Такой метод своеобразной «прививки болезни» очагам был сравнен с прививками в ветеринарии.

В результате обмена мнений совещание пришло к единодушному выводу о необходимости комплексного изучения биоценозов леса и дальнейшего развертывания научно-исследовательской и производственной работы по биологическому методу борьбы с вредными насекомыми в лесах и парках.

Д-р с.-х. наук Нестеров (ВНИИЛХ) подчеркнул значение изучения проблемы биогеоценоза в целом для развития и правильного понимания биометода.

Канд. с.-х. наук Жуков остановился в своем выступлении на вопросе о создании специальных стационаров для комплексного изучения флоры и фауны. Такие стационары, по его мнению, необходимо заложить в лесных массивах, периодически подвергающихся массовому размножению насекомых, и вскрыть причины этих размножений, разработать комплексную систему мероприятий по их локализации.

Большое внимание привлекли также присланные на имя совещания тезисы проф. А. П. Ильинского (БИН АН СССР) о целях и задачах организованного под его руководством лесного стационара. Круг вопросов, которыми занимается стационар, должен явиться ценнейшим вкладом в теорию биометода.

Проф. А. В. Тюрин поделился с совещанием своими 25-летними наблюдениями за состоянием дубрав лесостепной и степной зоны. Ценнейшие дубовые леса находятся в состоянии тяжелой болезни. Непарный шелкопряд и его спутники из года в год объедают наголо листву дубов, приводя их к медленному засыханию. Размножению их способствовало исчезновение из лесов полезной орнито-фауны. Последняя исчезла в связи с исчезновением подлеска и вырубкой при проведении мер ухода всех деревьев, служащих птицам гнездовьями. Больше отряда-

тельное влияние на лесные биоценозы оказывает также авиационная борьба с вредителями, во время которой уничтожается огромное количество полезной фауны.

Совещание признало, что хозяйственные организации совершенно недопустимо относятся к вопросам покровительства полезной фауне и не уделяют должного внимания борьбе с вредителями. Недооценка фауны

в общей системе биогеоценозов леса ведёт к печальным последствиям — к гибели лесов. Совещание высказало пожелания о совместной большой теоретической работе ботаников и зоологов в целях всестороннего изучения биогеоценозов леса, их реконструкции и подчинения организующей воле человеческого разума.

А. И. Воронцов

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

ЗНАЧЕНИЕ ПЕТЕРБУРГСКОГО-ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДЛЯ РУССКОЙ МЕДИЦИНЫ

(По поводу 125-летия университета)

Г. А. КОЛОСОВ

Период до Октябрьской революции

21 февраля 1944 г. исполнилось 125 лет со дня основания Петербургского, ныне Ленинградского университета, одного из главных двигателей науки и культуры в нашей стране. Хотя 125 лет — не обычная юбилейная дата, эта годовщина была отмечена университетом, обществом и печатью. Последняя, хотя очень кратко, отметила главные заслуги университета. В Доме учёных было устроено собрание его профессоров и преподавателей совместно с настоящими и бывшими воспитанниками. На нём было принято решение выпускать бюллетени со статьями и воспоминаниями о прошлом университета, о его научных и общественных заслугах, в частности о самоотверженной работе научных сотрудников и студентов во время обороны Ленинграда.

Несмотря на то, что университет существует уже 125 лет и имеет громадные заслуги, по истории его вышло очень мало работ. После 50-летнего его юбилея вышло описание празднования его с речами, адресами и приветствиями. В 1870 г. вышла история его, составленная проф. Григорьевым; но она представляла собой лишь общий очерк и не удовлетворяла даже современников. В 1897 г. вышел довольно обстоятельный словарь профессоров и преподавателей университета за третью четверть века его существования. К столетию университета был намечен ряд исторических трудов; но это было лишь частично осуществлено.

В кратком очерке невозможно представить даже главные заслуги университета. Но достаточно вспомнить наиболее выдающихся его деятелей, чтобы представить себе то значение, которое он имел не только для русской, но и для мировой науки. На Естественном отделении Физико-математического факультета в числе профессоров были: Менделеев и ещё ряд крупных химиков — Воскресенский, Бутлеров, Меншуткин, Коновалов, Фаворский, Тищенко, физики Ленц, Петрушевский, Боргман, Хвольсон; зоологи С. Куторга, Кесслер, А. Ковалевский, Овсян-

ников, Н. Вагнер, Мечников (в 1868—1870 гг. был доцентом), Шимкевич, Никольский, Шевяков; ботаники А. Ценковский, Бекетов, Фаминцин, Воронин; геолог Иностранцев; почвоведы Докучаев, Глинка; по физической географии — Воейков, Броунов, Клоссовский; в числе профессоров математических наук были Чебышев, Буняковский, астрономии — Савич, Глазенап. На Юридическом факультете были: Неволин, Редкин, Кавелин, Градовский, Таганцев, Мартенс, Фойницкий, Сергеевич. На Историко-филологическом факультете: М. Куторга, Плетнев, Костомаров, А. Веселовский, Никитин, Васильевский. Среди адъюнктов университета был (недолго) Н. В. Гоголь.

Из университета вышел ряд видных учёных, занимавших кафедры в других высших учебных заведениях. Среди них были Грановский, И. П. Павлов, К. А. Тимирязев. В нём учились Тургенев, Писарев, Чернышевский, много учёных и выдающихся государственных деятелей и др. Некоторые институты, кабинеты, лаборатории и другие вспомогательные учреждения были лучшими в России и СССР. Свет от университета распространялся на широкие круги населения, на все стороны нашей общественной и государственной жизни.

Петербургский университет в отличие от других наших университетов, которые в своём составе имели медицинские факультеты, учреждавшиеся или одновременно с другими (в Москве, Харькове, Казани) или раньше других (в Томске, Саратове) или позже (в Одессе), не имел в своём составе Медицинского факультета. Это объясняется тем, что в Петербурге до основания университета уже была хорошо оборудованная Медико-хирургическая академия.

Несмотря на отсутствие Медицинского факультета, университет в течение всего 125-летнего своего существования не мало способствовал развитию у нас медицины и оказывал ей большие услуги. Он оказывал большое влияние на медицину прежде всего потому, что в нём были хорошо, а в некоторые периоды блестяще поставлены, естественные науки, которые, что хорошо сознавали ещё в начале прошлого века, составляют основу

научной медицины. Медико-хирургическая академия тоже имела в своем составе кафедры естественных наук. Среди её профессоров были замечательные исследователи, например В. В. Петров, К. Э. Бэр, Ф. Ф. Брандт, Н. Н. Зинин и др. Но для большинства этих учёных академия была не единственным и даже не главным местом их научной работы. Кабинеты в ней были оборудованы беднее, чем в университете. Не было непосредственной связи с кафедрами математических наук. Так как из медиков немногие специализировались в той или другой отрасли естествознания, обычно бывал недостаток научных работников по естественным наукам. Поэтому последние не разрабатывались в ней так широко и успешно, как в университетах. В академии в течение столетия оставались те основные естественные науки, которые были введены при её основании. Между тем, в университетах из основных наук выделялся ряд новых, составлявших особые кафедры. На медицинских факультетах студентам естественные науки читали обычно профессора Физико-математического факультета, иногда с уклонами, и особых кабинетов не бывало.

Некоторые открытия и исследования профессоров Петербургского университета имели не только большое научное, но и практическое значение для медицины. В качестве примера можно указать, что проф. Воскресенский («дедушкой органической химии в России», учителем Менделеева) был открыт алкалоид теобромин, который в чистом виде и в виде двойной соли теобромин-натрия с салициловым натрием получил под названием «диуретина» широкое применение в терапии.

Из профессоров Военно-медицинской академии многие были раньше воспитанниками, доцентами и профессорами университета: физики Егоров, Терешин, химик Лебедев, ботаники Баталин, Бородин, геолог Иностранцев. Среди профессоров, преподававших в других университетах на медицинских факультетах, также было немало воспитанников и бывших доцентов Петербургского университета, в их числе такая величина, как Тимирязев. В Петербургском женском медицинском институте со времени его открытия почти все кафедры естественных наук были заняты профессорами или доцентами Петербургского университета.

В университете во вторую половину его жизни были кафедры наук, составляющих непосредственную основу медицины: физиологии, гистологии, анатомии. По этим наукам университет имел выдающихся представителей, которые развинули в своих лабораториях большую работу, сделали ряд ценных вкладов в эти науки и создали школы. По уставу 1863 г. на Естественном отделении Физико-математического факультета была введена кафедра анатомии и физиологии. Её занял проф. Ф. В. Овсянников (медик по образованию, доктор медицины). Раньше он занимал кафедру на Медицинском факультете Казанского университета, где не только поставил на современную высоту преподавание физиологии, но и создал школу, из которой вышли известные затем профессора: физиологии Н. О. Ковалевский (в Казанском

университете) и гистологии П. И. Перемежко (в Киевском университете). Овсянников соединял в себе выдающегося физиолога, эмбриолога и зоолога, и во все эти науки сделал ценные вклады. Большую известность доставили ему исследования по истории развития рыб, физиологии дыхания, нервной системы, крови. Некоторые из представителей его школы были затем профессорами на медицинских факультетах: физиологии Великий и Кулябко в Томске, анатомии Фортунатов в Казани, зоологии доктор медицины А. Брандт в Харькове. Медицине Овсянников оказал ещё услугу как один из редакторов (вместе с М. Д. Лавдовским) и участников в составлении капитального коллективного руководства по микроскопической анатомии.

С 1868 по 1875 г. читал, сначала в качестве приват-доцента, а затем профессора, физиологию И. Ф. Цион, прошедший хорошую школу у крупнейших физиологов Германии и составивший себе европейскую известность исследованиями по физиологии кровообращения и нервной системы, особенно об угнетающих и ускоряющих нервах сердца. Он был искусным экспериментатором и хорошо поставил в преподавании эту сторону. Своими лекциями и опытами он увлёк многих студентов, в числе которых был И. П. Павлов. В 1872 г. Цион был назначен профессором Медико-хирургической академии. К сожалению, с талантливостью он соединял беспринципность. Это было отмечено потом в одной статье Мечниковым, встречавшимся с ним в Париже. Этим своим свойством и надменностью он вооружил против себя студентов и вызвал большие беспорядки, в результате которых должен был оставить кафедру и навсегда переехал в Париж, где занимался преимущественно не научной работой. В 70—80-х годах физиологию читал приват-доцент Бакст, кончивший университет в 1862 г., а затем дважды бывший в заграничной командировке. Им были опубликованы работы по иннервации сердца и физиологии нервной системы и «Курс физиологии органов чувств». Он читал также на Женских врачебных курсах.

В 1876 г. Кафедру физиологии занял И. М. Сеченов, раньше бывший профессором Медико-хирургической академии и Новороссийского университета. Он производил исследования по поглощению угольной кислоты кровью, вёл абсорбциометрические опыты с растворами солей, изучал гальванические явления в спинном мозгу и др. Он создал здесь в университете школу физиологов, из которых вышел ряд профессоров, крупных представителей физиологии и соприкасающихся с ней наук: Вериги (физиолог, профессор в Одессе и Перми), Кравков (патолог и фармаколог, профессор Военно-медицинской академии), Салазкин (физиолог-химик, профессор и директор Женского медицинского института в Петербурге), Ушинский (патолог, профессор в Варшаве, Одессе, Баку), Хлопин (профессор гигиены в Юрьеве и Петербурге). После Сеченова кафедру занимал его ученик, крупнейший физиолог Н. Е. Введенский, приобретший

большую известность исследованиями по физиологии нервной системы и электро-физиологии, написавший выдающиеся труды: «Телефонические исследования», где выяснил значение телефона для изучения токов действия, «Возбуждение, торможение и наркоз». Он создал школу, один из представителей которой, Ухтомский, также приобрёл большую известность своими научными трудами и после смерти своего учителя занял его кафедру, другой — Бериташвили (Беритов) — был профессором в Тбилиси, третий — Воронцов — был профессором в Смоленске, Казани и Киеве. Во вторую половину 90-х годов после оставления Военно-медицинской академии физиологию ещё читал профессор Фарханов, бывший не только выдающимся физиологом, но и блестящим лектором, так что заинтересовывал своим предметом и увлекал всякую аудиторию.

В 80—90-х годах при Кафедре анатомии и гистологии были приват-доценты: уже упоминавшийся Фортунатов и Костенич, опубликовавший ценные работы по гистологии и эмбриологии органа зрения. Впоследствии он был известным офтальмологом, профессором сначала в Варшаве, а затем в Клиническом институте в Петербурге.

С 1886 г. анатомию читал крупный и оригинальный представитель этой науки П. Ф. Лесгафт, бывший раньше прозектором Медико-хирургической академии, а затем профессором Казанского университета. Он и его научные труды в это время были известны не только врачам, но и педагогам и широким кругам общества. В университете, вследствие недостаточного оборудования кабинета, он не мог организовать большую исследовательскую работу. Её он вёл в Биологической лаборатории, а затем в научном институте, им организованном и впоследствии названном его именем. Но его глубоко научные лекции имели большое значение в образовании естественников и пользовались популярностью. Он не ограничивался, как большая часть анатомов того времени, описательной стороной, но углубленно выяснял связь между морфологией органов и систем и функцией, широко используя для этого физиологию, физику и механику, и тем как бы оживлял мёртвый организм. Своими интересными лекциями и демонстрациями, своим энтузиазмом он привлекал в свою аудиторию и увлекал не только естественников, но и студентов других факультетов. Даже студенты Военно-медицинской академии, хотя в ней анатомию хорошо читал с точки зрения практических потребностей врача авторитетный профессор А. И. Тарнецкий, стремились попасть на лекции Лесгафта. Благодаря тому, что его аудитория по условиям помещения не была ограждена инспекцией и педелями для посторонних, как другие аудитории, они нередко проникали в неё и получали большое удовлетворение. Лесгафтом было выпущено оригинальное руководство по анатомии и напечатан ряд выдающихся научных работ по анатомии, физическому воспитанию и др.

В 1895 г. в университете была учреждена кафедра гистологии (микроскопической ана-

томии) с эмбриологией — первая в России кафедра этой науки на Физико-математическом факультете; её занял А. С. Догель, бывший раньше приват-доцентом Казанского университета, затем профессором Томского университета. В это время он по своим исследованиям был известен не только в России, но и за границей. В Петербурге он, кроме университета, занимал кафедры в Женском медицинском институте и на Высших естественно-научных курсах. Он развил широкую исследовательскую работу. Им были разработаны строение сетчатки, чувствительных нервных аппаратов, симпатических нервных ганглиев, тонкое строение клетки, выработан новый метод прижизненного окрашивания нервов метиленовой синью и др. Он основал журнал «Русский архив анатомии, гистологии и эмбриологии», выходящий в прекрасном оформлении, и научно-популярный журнал «Человек и природа». В его лабораториях кипела научная работа. Его аудитории бывали полны. Он создал школу гистологов, из которой вышли известные профессора Мартынов, Заварзин, Мясоедов и др.

В послереволюционное время в университете было организовано Биологическое отделение; задачей его по циклу физиологии было поставлено выпускать широко подготовленных физиологов с ориентацией на вопросы физиологии труда и охраны труда — вопросы, столь близко связанные с медициной. По разделу гистологии была поставлена задача готовить всесторонне образованных микробиологов, цитологов и гистологов с ориентацией на гистологический анализ (хромозомистов), зоотехнику и на вопросы влияния внешних условий (производственных) на тончайшее строение организма. Этот уклон также имел значение для медицины. Уклоны не могли, конечно, отвлечь от чисто научных задач. Чисто научные вопросы продолжали быть предметом всестороннего углублённого исследования.

С 1887 г. в университете читалась вместе с географией антропология, отсутствие которой среди предметов преподавания ощущалось как большой пробел в образовании медиков и естественников. Она получила выдающегося представителя в лице проф. Э. Ю. Петри, бывшего профессора Бернского университета, медика по образованию (в Медико-хирургической академии), доктора медицины. Обладая большой эрудицией и даром слова, он привлекал на свои лекции не только естественников, но и студентов других факультетов. Под его руководством широко проходились антропологические исследования. Им было выпущено едва ли не единственное тогда на русском языке оригинальное и очень ценное руководство по антропологии. После его смерти, последовавшей в 1899 г., антропология читалась приват-доцентом Волковым. В университете читались в виде приват-доцентских курсов и другие медицинские науки. На Юридическом факультете читались судебная медицина и судебная психиатрия. Первую читали профессора и приват-доценты Военно-медицинской академии Сорокин,

после него Косоротов, вторую — приват-доценты Чиж, Томашевский, бывший профессор Харьковского университета Ковалевский, Суханов — все известные психиатры. Внося медицинские знания в университет, они в то же время извлекали из него знания, способствующие освещению некоторых вопросов, имеющих значение и для медицины и для юридических наук.

Нередко научные работники Военно-медицинской академии и Женского медицинского института и врачи, изучавшие специальные вопросы, обращались за указаниями к профессорам университета и их сотрудникам. Например, нам известны случаи, когда врачи, занимавшиеся протистологией, обращались за советами к крупнейшему представителю в этой области, проф. Шевякову, и встречали с его стороны самое сочувственное отношение. Занимавшиеся рентгенологией обращались к профессорам физики. Профессора-естественники нередко принимали участие в разрешении вопросов, выдвигаемых медициной, делали доклады в медицинских обществах, на съездах, печатали свои работы в медицинских журналах. Например, профессор физики Ленц в 60-х годах, когда у нас не было ещё особых кафедр гигиены и лабораторий, ездил за границу для специального изучения вентиляции, по которой затем много поработал. Геологи и почвоведы много поработали по изучению минеральных источников. Проф. Воейков принимал большое участие, как климатолог и метеоролог, в изучении зарождавшихся наших курортов, например на Черноморском побережье. На I Съезде по борьбе с раковыми заболеваниями в 1914 г. сделал весьма ценный доклад профессор физики Боргман. На первом собрании Русского рентгенологического и радиологического общества в 1916 г. проф. Хвольсон сделал ценный доклад, который затем был напечатан в медицинском журнале. Проф. Боргман читал лекции по отдельным вопросам физики с демонстрациями на курсах усовершенствования врачей. Эти лекции вызвали у врачей удовлетворение, даже восторг.

Математики также приходили на помощь медикам в вопросах, где необходимо было приложение математических знаний. Например, знаменитый профессор и академик Н. Я. Буняковский составил по им же предложенному способу таблицы смертности и сделал попытку установить законы её. В 1874 г. он опубликовал «Антропобиологические исследования в их приложении к мужскому населению в России».

Профессора юридических наук неоднократно выступали с докладами в печати по вопросам, в которых медицина соприкасается с этими науками. Например, знаменитый Кавелин в своих статьях об этике, вызвавших полемику с Сеченовым, высказал много взглядов, приложимых и к врачебной этике. Проф. Таганцев выступал в печати и научных обществах по вопросу о врачебной тайне. Этого же вопроса и ряда других вопросов касался А. Ф. Коны, бывший приват-доцентом университета. Он выступал в заседании Русского сифилидологического общества по

вопросу о врачебной тайне по отношению к венерическим болезням. На IV Съезде Общества российских гинекологов и акушеров в Петербурге в 1911 г. был широко поставлен вопрос об искусственном выкидыше с медицинской и общественной точки зрения. По этому вопросу сделали на съезде ценные доклады профессор юрист Чубинский и др. Некоторые труды профессора политической экономии и статистики Ю. Э. Янсона имели значение для медицины. Они частью печатались в «Журнале Русского общества охранения народного здоровья». При городском управлении Янсоном был учрежден Статистический отдел и в нём Отделение санитарной статистики. Профессор полицейского права И. Е. Андреевский отводил в своем курсе большое место санитарному строю и общественной гигиене. Это поставило его близко к медицине. Он вступил в Общество охранения народного здоровья, был в нём председателем одной из секций, а затем и вице-председателем Общества и принимал живое участие в его деятельности. Он много способствовал учреждению первой детской лечебной колонии, нормальных столовых и др. Профессора-юристы принимали участие в разработке санитарного законодательства. Бывали случаи, что врачи, интересовавшиеся классиками медицинского античного мира, обращались за советами к профессорам филологам и получали от них авторитетные указания.

В Петербургском университете получили образование, которое затем дополняли медицинским в Военно-медицинской академии или (реже) в одном из медицинских факультетов, многие видные деятели медицины. В числе их был И. П. Павлов. Уже в университете он нашёл своё призвание, увлёкся физиологией и произвёл первое своё научное исследование. Талантливость его уже здесь была оценена. В этом же университете получил естественно-научное образование крупный патолог и фармаколог Н. П. Кравков. Будучи студентом университета, он заинтересовался здесь физиологией под влиянием Сеченова, у него начал свою научную деятельность, а по окончании университета для довершения своего образования поступил в академию. Кроме этих двух исключительных по своей талантливости и достижениям учёных, в Петербургском университете получили высшее образование, естественно-научное или математическое, ещё многие видные профессора физиологии и сопредельных с ней отраслей знания. В числе их были профессор физиологии-Чирьев, Вериг, Попельский (окончивший Математический факультет), Жандр (в Варшаве и Ростове-на-Дону) общей патологии Ушинский, медицинской химии Салазкин, бактериологии Юревич в Петербурге, гигиены Хлопик, Левашев в Петербурге и др. Много клиницистов различных специальностей до получения медицинского образования получили Естественное отделение Петербургского университета: терапевты М. Афанасьев, М. Яновский, С. С. Боткин, психиатры Анфимов, Щеглов, офтальмолог Костеняч, гинекологи Михнов, Ширшов, педиатр Федь-

ский (в Москве), физиотерапевт Мезерницкий (в Москве), рентгенологи Яновский, Королько (в Петербурге) и др. Естественно-научное образование, при том полученное у крупнейших представителей естествознания, оказало благотворное влияние на этих деятелей и сказалось в направлении и характере их научной и практической работы в области медицины. Реже бывали случаи получения сначала медицинского образования, а затем естественно-научного, как это сделал известный зоолог проф. Холодковский. Бывали и случаи поступления в академию или на Медицинский факультет кончивших Историко-филологический факультет или факультет восточных языков. К этой группе принадлежали: известный общественный врач, петрашевцев Ашхарумов, В. В. Вересаев, профессора психиатрии Нарбут (в Ленинграде), терапии Гуревич (в Москве). Ещё больше, чем кончивших университет, было таких, которые перешли в высшее медицинское учебное заведение, пробыв год—два в университете. И эти лица в своей научной и врачебной деятельности чувствовали на себе благотворное влияние университета и сохраняли всю жизнь восторженные воспоминания о его выдающихся профессорах, особенно о Менделееве. Об этом, например, говорили и

писали знаменитый профессор акушерства в Казани и Петербурге Феноменов, профессор хирургии Киевского университета Павловский и др.

Петербургский—Ленинградский университет по своему культурному влиянию на общество всегда стоял во главе высших учебных заведений бывшей нашей столицы. Во все периоды его жизни в нём были профессора, принадлежавшие к самым образованным и передовым людям своего времени и сказывавшие большое культурное влияние на широкие круги общества. К таковым принадлежали, например, Кавелин, Градовский, О. Миллер, Андреевский и др. Их культурное влияние распространялось и на медицинские учебные заведения и на врачей.

Как видно из приведенных данных, Петербургский—Ленинградский университет, хотя в нём не было Медицинского факультета, имел большие заслуги перед русской медициной. Поэтому его юбилей не мог не встретить горячего отклика со стороны врачей и во многих из них вызвал благодарные воспоминания. Нельзя не пожелать, чтобы близкая связь с этим университетом высших медицинских учебных и учёных учреждений не прекращалась, но возрастала.

Э Л И А С Ф Р И З

(1794—1878)

А. Г. МАРЛАНД

В текущем году исполнится 150 лет со дня рождения Элиаса Фриза, крупнейшего ботаника первой половины XIX ст., одного из основоположников современной микологии и отчасти лихенологии.

Имя великого учёного связано с замечательными европейскими учёными-микологами, Персоном и Корда, которых можно назвать «коллективным Линнеем» микологии. Поэтому, естественно, представляет большой интерес бросить ретроспективный взгляд на творчество Э. Фриза, ибо память о нём никогда не будет предана забвению. Эта небольшая статья имеет своей задачей дать краткий очерк деятельности Фриза в области микологии.

Биографические данные о Фризе очень скудны, почти отсутствуют. Фриз Элиас Магнус (Fries Elias Magnus) родился 15 августа 1794 г. в семье пастора в Смоландии (Швеция). Учился в Лунде. Был там профессором ботаники и в этой же должности переведен в 1834 г. в Упсалу. В 1847 г. был избран членом Шведской королевской академии.

В 1851 г. занял место директора ботанического музея и сада. Следует отметить, что профессорские места в Упсале считаются в Швеции самыми почётными для учёных. В 1875 г. был избран членом Королев-

ского общества в Лондоне. Умер глубоким старцем в Упсале 8 февраля 1878 г. Был он известен и как деятель парламента.

Фриз работал во всех отраслях ботаники и везде прокладывал новые тропы. Он, как истинный учёный-естествоиспытатель, обладал способностью сочетать глубокую наблюдательность с силой мышления. Его труд «*Systema orbis vegetabilis*» (1825) является классическим. Это была после Линнея первая попытка разработать естественную классификацию растений, выдвинувшая автора как крупнейшего флориста скандинавских стран.

Его «*Lichenographia Europea reformata*» (1831) является прекрасной флористической сводкой лишайников. Но особенно широко известен Фриз своими работами в области микологии, оказавшими огромное влияние на последующее развитие этой науки.

Творчество Фриза теснейшим образом связано с философскими течениями конца XVIII и первой четверти XIX в. Фриз был последователем натурфилософии Шеллинга — Окена и в силу этого допускал самозарождение организмов. Он признавал, что образование живых существ происходит механическим путём из живого материала неорганической природы, поэтому они могут внезапно самозарождаться. В противовес религиозному пред-

ставлению о сотворении организмов, он признавал самозарождение грибов (например, кониомицетов) естественным путём. Следует отметить, что в этот же, приблизительно, период с аналогичных позиций выступали крупные ботаники-микологи по вопросу о клеткообразовании у растений (Шпренгель, Линк, Унгер).

В истории науки метафизическая идея о самозарождении представляет неоспоримый интерес, как идея противоположная идее сотворения.

Фриз работал в такой период развития естествознания, который Энгельс назвал метафизическим. «Надо было исследовать вещи прежде, чем можно было приступить к исследованию процессов».

В те времена в ботанике господствовало описательно-систематическое направление. Учёные-микологи ограничивались лишь регистрацией встречаемых ими грибов, снабжали их названиями и описывали по наружному виду. Интерес к систематике грибов усугубился работами Линнея. Линней сам сделал для микологии очень мало, разве лишь закрепил принадлежность грибов к растительному царству. В системе Линнея содержится всего 10 родов грибов с 95 видами!

Но объективно система Линнея, с её понятиями рода, семейства и т. д., внушала мысль об общности происхождения организмов, а тем самым внушала идею схождения организмов. Система грибов Фриза является как бы продолжением и развитием классификации растений Линнея.

Основные подразделения в системе Фриза, классы (кониомицеты, гифомицеты, гастеромицеты и гименомицеты), содержат недостатки, так как не было учтено значение сумки и базидии; в силу этого в одном классе можно обнаружить и сумчатые и базидиальные грибы. Но при установлении мелких категорий (видов, родов) Фриз стоит на уровне современности. Большинство установленных им видов сохранилось до наших дней. Он даёт прекрасное описание описываемых видов грибов. При установлении их он обращал внимание не столько на мелкие детали в признаках, сколько на био-экологические особенности и общий облик.

Он интуитивно намечает переходные формы и родственные связи в таксономических единицах грибов. Основой его системы служит понятие о таксономических центрах, в котором выражены характерные признаки систематической единицы. Замечательно меткую характеристику он даёт выделенным им четырём типам родов: 1) genera originaria (с ярко выраженными признаками), 2) genera subordinaria (второстепенные роды), 3) genera intermedia (промежуточные роды) и 4) genera aberrantia (уклоняющиеся от нормы).

Те или иные свойства грибов он стремится объяснить условиями окружающей среды; тем самым он вводит динамический момент в систематику грибов.

Подобный взгляд на грибы является в известной мере предпосылкой эволюционизма. Из большого числа его микологических работ особенно ценной является «Systema mycologicum» в трёх томах (1821—1832) и дополне-

ние к ней «Eienschus fungorum» (1828) в двух томах. Эта работа является классической и служит до настоящего времени справочником при микологических исследованиях.

В этом труде содержится описание многих сотен родов и нескольких тысяч видов. Значимость этой работы можно оценить и по такому факту, что в целях борьбы с излишней синонимикой в «Международных правилах ботанической номенклатуры», принятых Международными ботаническими конгрессами (1905 и 1910 гг.) (§ 20), для установления законной ботанической номенклатуры для прочих грибов условлено опираться на дату выхода в свет книги Фриза «Systema mycologicum» (1821—1832). При перелистывании пожелтевших от времени страниц Systema mycologicum бросается в глаза, что автор их был последователем натурфилософии. Так, он пишет, что вода и земля являются космическими моментами, вызывающими эволюцию растений. Различные таксономические типы грибов, по его мнению, вызываются воздухом, теплом и светом, т. е. экологическими причинами.

Исходя из общих отвлечённых идей Шеллинга, особенно развитых Океном, путём дедукции выводились факты. Таким путём иногда отмечались факты, которых не видели другие исследователи. Известно, что Фризу принадлежит опубликование первой работы по микгеографии; тем самым пробудился интерес к такому роду исследованиям.

Некоторые современные микологи склонны рассматривать натурфилософские взгляды Фриза как предвзятые спекулятивные, не оценивая их исторического значения. Поэтому поучительно вспомнить энгельсовскую характеристику натурфилософии: «Гораздо легче вместе с бессмысленными вульгаризаторами обрушиваться, на манер Карла Фогта, на старую натурфилософию, чем оценить её историческое значение. Она содержит много нелепостей и фантазёрства, но не больше, чем современные ей нефилософские теории естествоиспытателей-эмпириков; а что она заключала в себе много разумного, это начинают понимать с тех пор, как стала распространяться теория эволюции» (Энгельс. «Анти-Дюринг», Гос. Изд. полит. литер., 1936, стр. 11).

Под влиянием натурфилософии, как известно, получил широкое развитие сравнительный метод, которым чрезвычайно искусно пользовался и Фриз в своих исследованиях. Хотя зачастую учёные этой эпохи прилагали этот приём чересчур неразборчиво, делая направо и налево всевозможные сравнения, но в его руках этот метод имел важное значение в выявлении гомологий. Фриз внёс этим методом большую отчётливость в определение описываемых им видов. Пользуясь этим же методом, грибы представляются параллельной группой по отношению к лишайникам, и такое же соотношение он находит, правда с оговоркой, между грибами и водорослями.

Фриз пользовался громадным авторитетом среди учёных Европы. Так, Гукер вспоминает, какие неясности были у него по во-

просу о метаморфозе растений, пока Р. Броун лично не посетил Упсалу и, посоветовавшись с Фризом, разрешил все сомнения.

Линдлей, говоря о естественной системе растений, заявляет, что руководящая идея, какую он имел в виду при составлении своего сочинения, есть следующее правило Фриза: «*Singula sphaera (sectis) ideam quandam expronit, indeque ejus character natione simpliciter optime exprimitur*».

Как уже отмечалось, Фриз признавал аналогию и непосредственную связь между таксономическими единицами грибов (то же самое обнаруживает он и у высших цветковых), а также устанавливал цепи переходных форм. Дарвин в «Происхождении видов» (т. 3, изд. АН СССР, 1939, стр. 311—312) ссылается на авторитет Фриза, говоря о изменчивости в естественном состоянии, указывая, что «многие виды крупных родов сходны с разновидностями в том, что представляют очень близкое, но не одинаковое сродство друг к другу и имеют ограниченное распространение». «Фриз по отношению к растениям, — пишет далее Дарвин, — уже подметил, что в крупных родах размеры различия между видами крайне малы. Сверх того, виды крупных родов относятся друг к другу как разновидности одного вида. Ни один натуралист не станет утверждать, что все виды одного рода различаются между собой в одинаковой степени: их обыкновенно можно подразделять на подроды, или секции, или другие более мелкие группы. Как совершенно верно замечает Фриз, маленькие группы видов обыкновенно группируются как спутники вокруг других видов». Различие между разновидностями и видами Дарвин объясняет принципом расхождения признаков. Это положение Дарвина, отчасти на основе работ Фриза, до сих пор не претворено в практику наших микологических исследований. Дарвин в исторической очерке к «Происхождению видов» упоминает Фриза, как

учёного, допускавшего, что новые виды постоянно возникают вновь.

Известно, как высоко ценил Дарвин своих предшественников, высказавших убеждение в изменчивости видов или по крайней мере не принимавших отдельных творческих актов. Дарвин говорит: «Кто склонен думать, что виды изменчивы, тот сослужит добрую службу науке добросовестным признанием своего убеждения».

Микологические изыскания Фриза дали обильнейший материал микологам к дальнейшим исследованиям, который постепенно приводится всё более и более в стройную систему. Но одни систематические изыскания Фриза, без учёта биологии, истории индивидуального развития и родственных отношений грибов, не могли пойти дальше установления искусственной классификации грибов.

С именем Фриза завершается целый этап истории развития микологии. В более позднем периоде жизни Фриза стали известны работы де-Бари и братьев Тюлян, внедривших исторический метод в систематику грибов. Систематика грибов вступила на филогенетические рельсы. Но Фриз, как один из талантливейших представителей микологии додарвинского периода, может служить образцом любви и бескорыстного отношения к науке. Труды же его ещё долго будут иметь значение при различных микологических исследованиях.

Список основных работ Фриза

- 1) *Observationes Mycologicae*. Copenhagen. 1815; ed. II, 1824. 2) *Systema Mycologicum*, v. I—III. 1821—1832. 3) *Systema orbis vegetabilis*. 1825. 4) *Elenchus Fungorum*. 1828. 5) *Epicrisis systematica Mycologicae*. 1836—1838. 6) *Summa vegetabilium Scandinaviae*. 1846—1849. 7) *Novae Symbolae Mycologicae*. 1851. 8) *Monographia Hymenomycetum Sueciae*. I. II. Upsala. 1857—1863. 9) *Icones selectae Hymenomycetum quorundam delineatorum*. 1867—1884.

ПОТЕРИ НАУКИ

ПАМЯТИ ПРОФ. В. К. СОЛДАТОВА

31 января 1941 г. в Москве, после тяжелой болезни, скончался известный ихтиолог профессор Московского института рыбной промышленности Владимир Константинович Солдатов. За время своей более чем двадцатилетней педагогической деятельности покойный воспитал тысячи ихтиологов — научных работников и практиков. Многочисленные ученики покойного, работающие по разным концам нашего обширного отечества, с глубокой

Байкал, разные легендарные рассказы о котором приходилось слышать с раннего детства, всё это производило неизгладимое действие на психику ребёнка и определило мои вкусы и стремления во взрослом состоянии: природа Сибири всегда неудержимо влекла меня к себе, и в этом влиянии находит своё объяснение и выбор специальности и многое из личных переживаний».

По окончании иркутской гимназии В. К. Солдатов поступил на Физико-математический факультет Петербургского университета, где специализировался по зоологии. Сдать государственные экзамены В. К. удалось только в 1906 г., так как в 1899 г. он был исключён из университета за участие в студенческом революционном движении. Я познакомился с В. К. впервые зимою 1898/99 г. в Зоологическом музее Академии Наук, где мы вместе с покойным К. М. Дерюгиным работали над рыбами в Ихтиологическом отделении. С тех пор и до дня смерти Владимира Константиновича у нас в течение более 40 лет не прерывались дружеские связи.

Ещё будучи студентом 4-го курса, В. К. в 1899 г. принял участие в качестве натуралиста в большой экспедиции Г. Н. Потанина в северо-восточную Монголию и на Хинган. По возвращении из этой поездки В. К. был приглашён Н. М. Книповичем для участия в Мурманской научно-промысловой экспедиции в качестве ихтиолога. Здесь он проработал 6 лет, приобретя громадный опыт в деле промысловых, гидробиологических и гидрологических исследований. Эта экспедиция была для В. К. Солдатова, по его словам, как бы практическим университетом. В «Трудах Мурманской экспедиции», в 1903 и 1906 гг., появились первые крупные работы В. К. — его превосходные отчеты по изучению биологии семги. В 1907 г. Солдатов был приглашён в новую экспедицию на Амур с целью исследования дальневосточных лососей, кеты и горбуши. Здесь В. К. были поставлены большие гидробиологические работы в наших дальневосточных морях, доставившие Зоологическому институту Академии Наук огромные материалы. В результате своих исследований В. К. опубликовал две своих классических монографии: «Исследование лососёвых Амура» (1912) и «Исследование осетровых Амура» (1915), поставившие его имя в первый ряд ихтиологов. По широте и глубине охвата ни у нас, ни за границей подобных работ в то время не было. Да и после этих монографий Солдато-



Проф. В. К. СОЛДАТОВ,

скорбью встретили известие о смерти этого замечательного человека, выдающегося учёного и прекрасного педагога.

Владимир Константинович был сибиряк родом. Он говорил мне, что в крови его есть примесь крови тлинкитов, одного из племён североамериканских индейцев, обитателей бывших русско-американских владений. От смешения разных народов обычно получается талантливое потомство, а тлинкиты — очень одарённая национальность. В. К. родился в Верхоянске 3(15) июля 1875 г. в семье народных учителей, каковыми были его отец и мать. Раннее детство, школьный и юношеский период молодого Солдатова прошли в Иркутске. В своей автобиографии В. К. говорит о себе: «Величественная природа Сибири, с дремучими лесами, огромная живописная р. Ангара, красочный величественный

ва такие исследования в мировой литературе появлялись единицами. Помимо этого, на основании собранных им материалов, В. К. написал много других работ по морским рыбам Дальнего Востока, помещённых в «Ежегоднике Зоологического музея Академии Наук». Результатом этого же периода деятельности В. К. является его капитальный труд «Обзор рыб дальневосточных морей» (1930), составленный совместно с Г. У. Линдбергом. На Дальнем Востоке В. К. пробыл десять лет (1907—1917), занимаясь рыбопромысловыми исследованиями. Следует отметить, что по его инициативе на Амуре был устроен первый рыбоходный завод.

В 1917 и 1918 гг. В. К. работал в Ленинграде, в Сельскохозяйственном учёном комитете (впоследствии Гос. Институт опытной агрономии), а также в Зоологическом музее Академии Наук. В 1919 г. я, в связи с переходом мной в Ленинградский (тогда Петроградский) университет, оставил кафедру ихтиологии в Петровско-Разумовском, и мы с С. А. Зерновым рекомендовали выбрать на моё место В. К. Солдатова, что и было осуществлено. Здесь В. К. со своей энергией отдался новому для него педагогическому делу. Он воспитал тысячи ихтиологов, работающих на поприщах как научной, так и прикладной деятельности. В некрологе Солдатова, помещённом в «Рыбном хозяйстве» (1941, № 2) и подписанном народным комиссаром рыбной промышленности СССР А. А. Ишковым и многими виднейшими ихтиологами, говорится: «В жизни нашей высшей рыбохозяйственной школы Владимир Константинович сыграл крупнейшую роль не только как замечательный педагог, но и как большой общественник. В течение ряда лет он был деканом рыбохозяйственного факультета, положив много сил и труда на укрепление и дальнейшее развитие этого факультета. Выдающийся учёный, именем которого гордится мировая рыбохозяйственная наука, В. К. был человеком редкого обаяния, внимательнейшим и благожелательным товарищем, человеком кристальной душевной чистоты».

Несмотря на большую загруженность педагогической работой, В. К. принимал деятельное участие в полевых исследованиях. Так, в 1920 г. он работал на Печоре, изучая

её рыб и рыболовство; с 1921 по 1930 г., будучи сотрудником Пловучего морского института, активно участвовал в исследованиях Баренцова и Карского морей, производившихся названным институтом. В 1927 г. Солдатов посетил Байкал с целью изучения биологии омуля.

Имя Владимира Константиновича пользовалось громадной популярностью в среде Московского института рыбной промышленности и Тимирязевской сельскохозяйственной академии, и признанием этого факта является избрание В. К. в 1939 г. депутатом Московского городского совета.

Подобно своему учителю Н. М. Книповичу, Солдатов прекрасно умел применять достижения ихтиологической науки на пользу рыбного хозяйства.

В. К. Солдатов был одним из самых замечательных людей, каких я встречал в своей жизни. Казалось, природа для образца соединила в нём одно все достоинства, какие обычно поодиночке рассеяны у многих отдельных людей. Превосходный наблюдатель природы, умеющий просто и увлекательно описывать её, неутомимый полевой исследователь, выдающийся учёный и учитель, человек необычайно требовательный к себе и к своему служебному долгу и вместе с тем крайне снисходительный к другим, общительный товарищ, прекрасный семьянин и самое главное — человек кристальной душевной чистоты, как метко и совершенно правильно сказано в вышеупомянутом письме, таковы те качества, которыми Владимир Константиновичнискал всеобщую любовь и уважение. Прямой, открытый и честный характер этого обязательного человека, его доброта, чуткость и отзывчивость были известны всем и отмечены и при его жизни и после смерти. Невозможно себе представить, чтобы Владимир Константинович сказал неправду. По своим моральным качествам это был совершенно исключительный человек.

«Воспитание таких качеств у студентов, какими обладал проф. Солдатов, самая лучшая память о нём», — хорошо писали студенты под впечатлением кончины любимого учителя.

Чл.-корр. АН СССР Л. С. Берг.

ПАМЯТИ ПРОФ. А. Н. РЯБИНИНА

(1875—1942)

В феврале 1942 г. скончался в Ленинграде в возрасте 67 лет проф. Анатолий Николаевич Рябинин.

А. Н. Рябинин родился в с. Кохме, Иваново-Вознесенского промышленного района, в семье управляющего мануфактурной фабрикой. По окончании реального училища в Муроме, он поступил в Горный институт в Петербурге. Окончив Горный институт, А. Н. служил около года на Сулинском заводе Пастухова, затем за принадлежность

к «Союзу борьбы за освобождение рабочего класса», где он работал одновременно с В. И. Лениным, Г. М. Кржижановским и др., был сослан в Ноллиск, Вятской губернии. Получив разрешение выбора местожительства, за исключением столиц, А. Н. Рябинин пробыл некоторое время в Вятке и Тифлисе и, наконец, в начале девятисотых годов, вернулся в Петербург. Во время пребывания в Вятке и Тифлисе он выполнил некоторые работы по гидрогеологии, в Тифлисе по во-

просу о проведении туннеля через кряж, отделяющий от города ботанический сад. Эта последняя работа была поручена ему по рекомендации Геологического комитета. В Петербурге в 1905 г. А. Н. получил предложение занять место ассистента по палеонтологии в Горном институте и начал работать в Геологическом комитете. Он занялся вопросами палеонтологии позвоночных, к чему получил склонность, ещё слушая лекции проф. П. Ф. Лесгафта. В области изучения ископаемых позвоночных А. Н. работал всю жизнь, напечатав значительное количество работ, отличающихся большим разнообразием, чем у кого бы то ни было из русских работников по позвоночным. Работы его касаются амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Особенно важное значение имеют работы по динозаврам. А. Н. Рябиным была выполнена реставрация гигантского скелета *Mandschurosaurus* (работа, которая, наряду со своим большим научным значением, одновременно была и работой художника) и обработан нелёгкий по своей сохранности материал Туркестана и других районов. Как геолог А. Н. работал более всего на Кавказе, в Грузии, в нефтеносных районах Кахетии. Работал он и в Киргизской степи и около Соликамска на Урале, и им впервые было дано указание на присутствие калийных солей в этом районе, впоследствии подвергшихся большой разработке.

После Октябрьской революции А. Н. занял пост помощника директора и затем директора Геологического комитета, и при его директорстве было решено слияние Геологического комитета с Промразведкой. В 1923 г. он оставил должность директора. В 1926 г. А. Н. получает должность профессора по

Кафедре палеонтологии в Горном институте; преподавание по этой кафедре было начато им ещё ранее.

А. Н. Рябинин умел подойти близко к студентам, как профессор и как человек, и пользовался среди них большой популярностью и любовью. Это был человек, глубоко и разносторонне образованный, и его суждения по вопросам науки, литературы и жизни были всегда интересны и самостоятельны. Склонность к литературной деятельности А. Н. носил в себе всегда. Ещё во время ссылки им были написаны стихотворения, вышедшие впоследствии книжкой в печати. Тогда же им были написаны рассказы на тему ссылки и тюрьмы, один из которых был напечатан в журнале «Русское богатство». Есть у него и статья по истории рабочего движения в Иваново-Вознесенском районе. В начале 90-х годов он состоял редактором детского журнала, издававшегося известной издательницей Е. В. Лавровой-Поповой, и сам писал в этом журнале. Всё, что написано А. Н., отличается прекрасным стилем. Он был хорошим редактором перевода известного курса палеонтологии Циттеля, всех изданий Палеонтологического общества за 25 лет его существования, с самого основания общества, и пр.

За год до своей смерти он был избран председателем Русского палеонтологического общества.

Тем, кто сколько-нибудь близко знал А. Н. Рябинина, будет не доставать общения с ним, мягким, гуманным человеком, никогда не уклонявшимся в своей жизни от того, что ему диктовали честь и совесть.

Член-корр. АН СССР Н. Н. Яковлев.

V A R I A

Память у насекомых. Если воспитывать личинки *Nemeritis* и *Drosophila melanogaster* на специальной среде, то насекомые после метаморфоза предпочитают именно эту среду [1]. Так, например, взрослые особи *Dr. melanogaster*, полученные из личинок, воспитываемых на среде, содержащей мятную эссенцию, не отказываются от этой пищи. Запах последней не отталкивает их, как это наблюдается у контрольных, нормальных животных.

В дальнейшем, при экспериментах с чистой линией *Dr. guttifera*, обычно получающих пищу, инфицированную грибами, оказалось [2], что из личинок в этих условиях образуются взрослые особи, отличающиеся от взрослых форм, личиночная стадия которых прошла на питательной среде, свободной от

грибков. Взрослые самки из культур насекомых, вскормленных на среде с грибами, при откладке яиц предпочитают её безгрибковой среде.

Эти опыты, следовательно, с полной очевидностью показывают, что условия жизни личинок значительно влияют на поведение взрослых особей, т. е. можно думать, что у насекомых существует своеобразная «память».

Литература

[1] W. Thorge. Proc. Royal Soc., B. 127:24, 1941.— [2] J. Cushing. Proc. Nat. Acad. Sci., 27, 496, 1941.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

Помехи для мореплавания от гигантских акул. Столкновения судов с китами — нередкость. Чаще всего они происходят таким образом, что идущее судно ударяет своим форштевнем покоящегося (спящего) или кормящегося кита, иногда нанося ему значительные, порою смертельные раны. Реже, раненый китобойным судном кит в своих метаниях наткнется или, выскакивая из воды, опрокидывался на судно, и если оно было деревянным и ветхим, то кит мог, как исключение, повредить корпус. Известны даже случаи преворачивания вверх килем небольших китобойных судов при опрокидывании на них раненых китов. «Это — не падение кита на корабль, это — просто падение на корабль, но китобоям от этого не легче» (Зенкович, 1936). Примеры таких столкновений и падений можно найти в общедоступной, но вполне достоверной литературе вроде знаменитых «20 тысяч лье под водой» Жюль Верна (1866), щепетильно, по первоисточникам собиравшего фактические научные данные для своих романов, или в книжке нашего соотечественника Б. А. Зенковича «Вокруг света за китами» (1936).

Мало уступает китообразным по величине космополит поверхность тропического океана — покрытая светложёлтыми пятнами «китовая акула», известная в науке под именем *Rhineodon typicus*. (В северных и антарктических водах её заменяет другая гигантская акула *Cetorhinus maximus*.) Её размеры (до 20 м) и толстокожесть (10 см у 10-метрового экземпляра при резиноподобной прочности) создают вместе с планктоноядным образом жизни такую медлительность и беспечность, что становится понятной большая вероятность, что судно, особенно быстро движущееся, современное, не только натолкнется на мирно дрейфующую или лениво плывущую китовую акулу, но и протаранит её своим форштевнем, причём в ряде случаев «взятая на таран» акула останется на форштевне и замедлит ход судна; само же столкновение может ощущаться на судне как заметный удар о какое-то препятствие в воде.

На обороте одной из широко известных американских лоцманских карт, издание которых было начато основателем современной океанографии, тогда лейтенантом флота США Мэтью Мори, и содержащих гидро-метеорологические и иные сведения, необходимые судоводителю, изложенные в графической, а отчасти и в текстовой форме, мы находим интересную статью американского ихтиолога Э. Гэджера, озаглавленную «Китовые акулы, протараненные океанскими судами».¹ В примечании к этой статье, помещенной перед этим в малоизвестном у нас «Натуралисте Новой Англии» («New England Naturalist»), указано, что она написана в результате 27-летнего изучения автором биологии этой крупнейшей из ныне живущих рыб.

¹ E. W. Gudge. Whale sharks rammed by ocean vessels, how these sluggish leviathans aid Central own destruction. Pilot Chart of the to their American Waters. January 1941, № 350. Hydrographic Office, U. S. Navy.

Приведём только три наиболее ярких случая из многих, описываемых в статье Гэджера.

Вскоре после полудня 7 сентября 1934 г. английский почтовый пароход «Мангануи» вблизи атолла Тихехау в архипелаге Туамоту наскочил на большое животное, которое сначала было принято за кита. Судно шло со скоростью около 30 км/час, и форштевень судна врезался в тело животного у самой головы так глубоко, что тело буквально было насажено на форштевень и прижималось к нему ещё и давлением воды. Так как судно заметно замедлило ход из-за возросшего сопротивления воды, то попытались сбросить акулу (к тому времени опознанную), остановив машины; это оказалось недостаточным, — пришлось дать ещё и задний ход. Только тогда было сброшено 17-метровое тело акулы.

Американский пароход «Президент Вильсон» 28 января 1936 г. протаранил китовую акулу при входе в Аденский залив из Индийского океана. Акула не была убита, хотя и получила глубокую рану и била хвостом по воде. Понадобилось 5 минут для остановки судна и заднего хода, чтобы отделаться от 15-метровой туши, затем нырнувшей, оставив кровавый след.

Часты столкновения с китовыми акулами в водах Южной Калифорнии. Так, шхуна «Навигатор» из Сан-Педро получила повреждения корпуса и руля, когда на неё натолкнулась китовая акула. Гэджер юмористически замечает, что и акула после этого, вероятно, нуждалась в ремонте. Последнее обстоятельство особенно вероятно потому, что рулевое колесо было вырвано из рук рулевого, а машина остановилась, когда акула задела за руль и за винт шхуны.

Можно только предполагать, что столкновение с гигантской акулой будет губительным для небольших, хрупких и необычайно быстрых (70—90 и более км/час) судёнышек, какими являются торпедные катеры.

Сказанное заставляет нас добавить к перечню биологических помех для мореплавания, перечисленных в книжке «Биология моря и флот» (1943), ещё и китов и, особенно, гигантских акул.

Н. И. Тарасов.

Кавказская пихта и её интересный образец. Кавказская пихта *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. — самое высокое и наиболее производительное дерево в СССР. В лучших насаждениях запас достигает 1500 м³ древесины на 1 га в возрасте 250—300 лет. Отдельные экземпляры кавказской пихты дают до 45 м³ древесины при высоте свыше 50 м и диаметре свыше 1.60 м.

Произрастает пихта в горах Кавказа на высоте 700—2200 м над ур. м., занимая обширные горные пространства Кавказа. Древесина кавказской пихты применяется в авиационной промышленности, производстве музыкальных инструментов, а также как крупный распиловочный лес.

В местном сельскохозяйственном строительстве древесина её широко используется для изготовления драпки, идущей на покрытие строений.

В коре кавказской пихты содержится до 10% дубильных веществ. Пихтовая лапка может быть источником сырья для получения камфоры.

Помимо указанных технических полезных свойств, кавказская пихта, располагаясь на горах, выполняет водоохранные и горнозащитные функции, укрепляя почвы горных склонов и регулируя сток вод, что имеет исключительное значение для окружающих районов.

Крупный экземпляр кавказской пихты был отобран, заготовлен и доставлен для научных лесотаксационных исследований в Москву экспедицией Главного управления по заповедникам, руководимой нами.

Этот экземпляр представлен кружками толщиной 7—10 см, выпиленными со всей длины ствола, через каждые 2 м, начиная с пневого среза. Получено 26 кружков, начи-

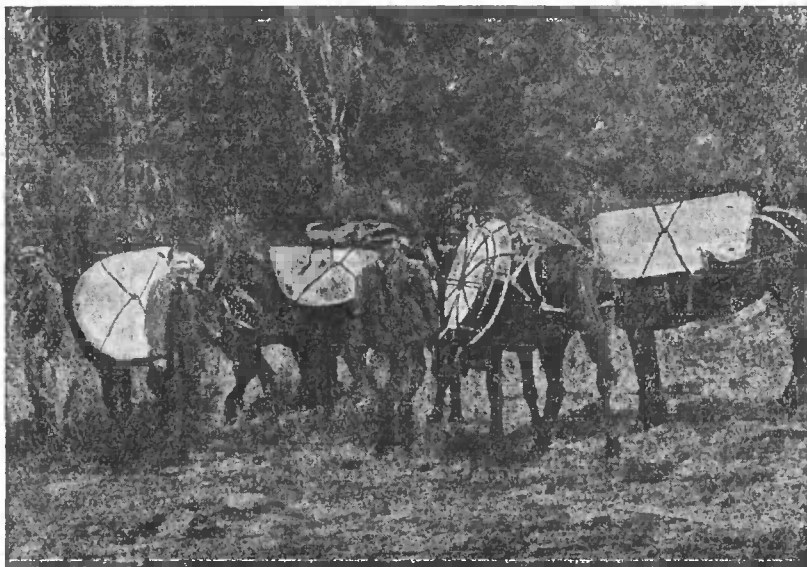
ная с кружка диаметром в 136 см с постепенно уменьшающимися диаметрами до 6 см.

Сложенные один на другой кружки образуют ступенчатый конус, высотой около 2 м. Общий вес всех кружков — около 500 кг. Эти кружки характеризуют ствол кавказской пихты высотой 50,4 м, при диаметре нижнего кружка 136 см и на высоте груди 106 см.

Возраст этого экземпляра кавказской пихты — 178 лет. Это дерево имело исключительный прирост, так как кавказская пихта обычно таких размеров достигает лишь к 400 годам. Такая производительность объясняется благоприятными условиями местопроизрастания — глубокая свежая почва, защищенность местоположения и т. д.

Образец вырублен в центре территории Кавказского Государственного заповедника в верховьях р. Белой на высоте 1200 м. Необходимо отметить, что ни в Москве, ни в Ленинграде подобных образцов этой ценной и важной породы Кавказа ещё не было.

М. В. Герасимова



Фиг. 1. Транспорт пихтовых кружков с гор, выюком
(Фото М. В. Герасимова).

Замеченные опечатки

Стр.	Колонка	Строка	Напечатано	Следует
50	правая	3 снизу	Diapensid	Diapensia
89	"	22 "	Sistema	Sys ema
91	"	2 "	selecte	selectae
91	"	8 "	vegetadills	vegetabilis

На стр. 70, лев. кол., стр. 17—19 сверху належит читать так: [1] Jappel. *Klin. Wochschr.*, № 21^a 836, 1938. — [2] R. Maxwell and G. Jeffery. *Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med.*, 50, 222, 1942.

«Природа», № 4. № 4180.

Цена 6 руб.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

32-й ГОД ИЗДАНИЯ

„ПРИРОДА“

32-й ГОД ИЗДАНИЯ

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

Ответственный редактор проф. *В. П. Савич*.

Журнал популяризирует достижения в области естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателя о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук.

В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: естественные науки и строительство СССР, география, природные ресурсы СССР, история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, юбилей и даты, потери науки, критика и библиография.

Журнал рассчитан на научных работников и аспирантов: естественников и общественных, на преподавателей естествознания высших и средних школ. Журнал стремится удовлетворить запросы всех, кто интересуется современным состоянием естественных наук, в частности, широкие круги работников прикладного знания, сотрудников отраслевых институтов: физиков, химиков, растениеводов, животноводов, инженерно-технических и медицинских работников и т. д.

„Природа“ дает читателю информацию о жизни советских и иностранных научно-исследовательских учреждений. На своих страницах „Природа“ реферировать естественно-научную литературу.

Редакция: г. Казань, ул. Островского, 78, кв. 5.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:

на год за 6 №№ 36 руб.

на 1/2 года за 3 №№ 18 руб.

РАССЫЛКУ №№ ПО ПОДПИСКЕ ПРОИЗВОДЯТ:

Москва, Пушкинская ул., д. 23, Контора по распространению изданий Академии Наук СССР „Академкнига“.

г. Казань, Пионерская ул., д. 17, Казанский филиал „Академкнига“.