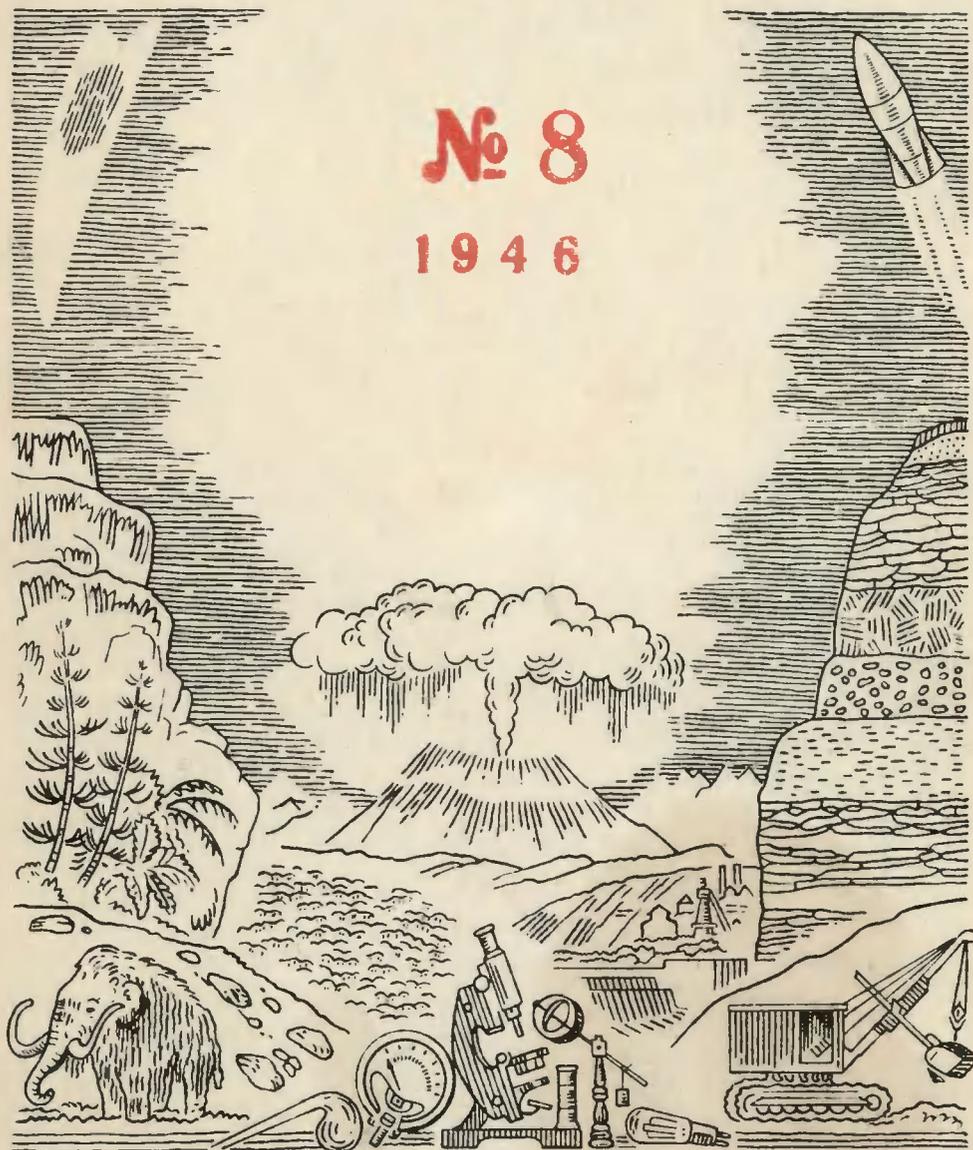


# ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ

Ж \* У \* Р \* Н \* А \* Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР



№ 8

1946

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

# П Р И Р О Д А

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

№ 8

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИДЦАТЬ ПЯТЫЙ

1946

## СОДЕРЖАНИЕ

|  | Стр. |
|--|------|
| <i>М. Н. Гневышев.</i> О природе эмиссионных линий в спектре солнечной короны . . . . .                                | 3    |
| <i>Н. А. Добротин.</i> Мезоны . . . . .  | 11   |
| <i>Н. П. Кирьялов.</i> Азулены . . . . .   | 20   |
| Проф. <i>И. А. Макринов.</i> Аэробный способ брожения и его применение в сельском хозяйстве и промышленности . . . . . | 33   |
| Проф. <i>Б. А. Федченко.</i> Растительные ресурсы Ирана и их изучение . . . . .  | 39   |

## Новости науки

|   |    |
|---|----|
| Физика. Новые зауранные элементы $Z = 95$ и $Z = 96$ . . . . .  | 52 |
| Химия. Окраска земляники. — Куркума . . . . .   | 53 |
| Геология. Оригинальный случай выветривания. — Нужно ли прибегать к «внеземным» силам для объяснения оледенений? . . . . . | 55 |
| Минералогия. Новый драгоценный камень . . . . .   | 57 |
| Гидрология. Новая глубоководная ложбина. — Результаты биологических работ последнего (VII) плавания «Carnegie» . . . . .  | 58 |
| Биохимия. Витамины мёда. — Витамины и пот . . . . .   | 61 |
| Микробиология. Антибиотики и вирусы . . . . .   | 63 |

## CONTENTS

|   | Page |
|---|------|
| <i>M. N. Gnevyshev.</i> About the Nature of Emissive Lines in the Spectre of the Sun's Coronae . . . . .              | 3    |
| <i>N. A. Dobrotin.</i> Mesons . . . . .   | 11   |
| <i>N. P. Kirjalov.</i> Azulens . . . . .  | 20   |
| Prof. <i>J. A. Makrinov.</i> Aerobic Method of Fermentation and its Application in Agriculture and Industry . . . . . | 33   |
| Prof. <i>B. A. Fedchenko.</i> Vegetable Resources of Iran and their Studying . . . . .                                | 39   |

## Science News

|   |    |
|---|----|
| Physics. New Transuranic Elements $Z 95$ and $Z 96$ . . . . .   | 52 |
| Chemistry. The Colour of Wild Strawberry. — Curcuma tinctoria . . . . .   | 53 |
| Geology. The Original Case in Weathering. — Is it Necessary to Use „out of Earth“ Forces in Order to Explain Freezing? . . . . .                  | 55 |
| Mineralogy. A New Precious Stone. . . . .   | 57 |
| Hydrology. New Hollow Deeply Situated in Water. — The Results of Biological Observations during the Last (7th) Navigation of „Carnegie“ . . . . . | 58 |
| Biochemistry. Vitamins of Honey. — Vitamins and Sweat . . . . .   | 61 |
| Microbiology. Antibiotics and Viruses . . . . .   | 63 |

|   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| Медицина. Молоко гипериммунных коров как фактор пассивного иммунитета . . . . .   | 65 | Medicine. Milk of Hyperimmune Cows as the Factor of Passive Immunity . . . . .   | 65 |
| Ботаника. Межвидовые гибриды дубов. — О распространении можжевельника <i>Juniperus oblonga</i> М. В. на Апшеронском полуострове . . . . . | 66 | Botany. Inter-species Hybrids of Oaks. — On the Distribution of <i>Juniperus oblonga</i> on the Apsheron Peninsula . . . . .   | 66 |
| Зоология. Результаты интродукции гамбузии в нижнем течении р. Мургаб (Туркмения). — К распространению и биологии малой поганки . . . . .  | 70 | Zoology. The Results of Introduction of <i>Gambusia affinis</i> in the Low Part of the River Murgab (Turkmenia). — On the Spread and Biology of <i>Podiceps ruficollis</i> . . . . . | 70 |
| <b>История и философия естествознания</b>   |    | <b>History and Philosophy of Natural Science</b>   |    |
| <i>Т. В. Волкова</i> . Из научного наследства А. М. Бутлерова (к 60-летию со дня смерти)  | 73 | <i>T. V. Volkova</i> . From Butlerov's Scientific Heritage (to the 60th Anniversary of Death)  | 73 |
| <i>В. А. Перевалов</i> . Средняя и Центральная Азия в трудах Русского географического общества . . . . .                                  | 77 | <i>V. A. Perevalov</i> . Mid and Central Asia in the Transactions of the Russian Geographical Society . . . . .  | 77 |
| <b>Потерн науки</b>   |    | <b>Obituaries</b>  |    |
| Проф. <i>Р. О. Кузьмин</i> . Алексей Николаевич Крылов как математик . . . . .  | 81 | Prof. <i>R. O. Kuzmin</i> . Aleksei Nikolaevich Krylov as a Mathematician . . . . .  | 81 |
| Проф. <i>Е. Л. Николаи</i> . Работы А. Н. Крылова по теории гироскопов . . . . .  | 84 | Prof. <i>E. L. Nikolaii</i> . The Works of the Krylov in the Theory of Gyroscopes . . . . .  | 84 |
| <i>Оленев</i> и <i>В. Л. Кушев</i> . Памяти Кушева . . . . .  | 89 | <i>N. O. Olenev</i> and <i>V. L. Kushev</i> . To the Memory of the Prof. N. E. Kushev . . . . .  | 89 |
| <b>Varia</b>  | 90 | <b>Varia</b>   | 90 |
| <b>и библиография</b>   | 92 | <b>Book Reviews and Bibliography</b>   | 92 |

гин академик **С. И. Вавялов**

проф. **В. П. Савич**

иной коллегии:

**А. Е. Арбузов** и акад. **В. Г. Хлопин** (отд. химии), акад. (отд. физики и астрономии), акад. **А. М. Деборин** (отд. биологии), акад. **Л. А. Орбели** (отд. физиологии), акад. **М. Терпигорев** (отд. техники), акад. **И. И. Шмальгаузен** (отд. биологии), акад. **Б. И. В. С. Лехнович**

# О ПРИРОДЕ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ

М. Н. ГНЕВЫШЕВ

В последние годы появился ряд работ, посвящённых исследованию солнечной короны. Они приоткрывают завесу над одной из интереснейших загадок Солнца.

Как известно, Солнце окружено атмосферой, внешние слои которой называются солнечной короной. Солнечная корона представляет собою слабое свечение, простирающееся на несколько радиусов Солнца, постепенно уменьшаясь в яркости.

До недавнего времени наблюдения солнечной короны были возможны только во время полных солнечных затмений, когда диск Луны закрывает от нас свет фотосферы (наиболее глубокая оболочка Солнца, дающая основную массу света). Из-за очень малой яркости короны, её свет в обычных условиях неразличим на фоне яркого околосолнечного ореола. Последний создаётся частицами земной атмосферы, рассеивающими свет фотосферы. Для того, чтобы можно было видеть корону, нужно, чтобы яркость неба около Солнца была меньше  $10^{-5}$  яркости Солнца.

Из-за ограничения времени наблюдений только моментами полной фазы солнечных затмений (т. е. примерно одной минутой в год), исследования короны были весьма затруднены. Тем не менее, за истекшие 70 лет, в течение которых солнечная корона наблюдалась практически на всех затмениях, о ней были получены следующие основные сведения.

Корона имеет сложное лучистое строение, сильно изменяющееся в связи с колебаниями солнечной активности. В годы минимума солнечной активности корональное свечение сосредоточено, главным образом, в экваториальной зоне Солнца. В годы максимума солнечной активности свечение распространяется и на более высокие широты. Вследствие этого сияние ко-

роны вокруг Солнца становится более равномерным.

Полная яркость короны (в частности, по измерениям В. Б. Никонова [1]) также имеет тенденцию к изменению в связи с колебанием солнечной активности.

В течение последних 10—15 лет была разработана методика наблюдений солнечной короны вне затмений [2, 3]. Для этого французский астроном Лио осуществил так называемый «внезатменный коронограф» — телескоп с объективом из очень однородного и чистого стекла. Благодаря высокому качеству объектива и ряду специальных приспособлений ему удалось сильно уменьшить рассеянный свет в инструменте. Помещая такой инструмент на высотах порядка 2000 м и более над уровнем моря, можно в моменты хорошей прозрачности и спокойствия земной атмосферы увидеть солнечную корону. Впервые такие наблюдения и были осуществлены Лио во французских Пиринеях (Pic du Midi) на высоте 2870 м.

В 1938 г. Вальдмайер в Арозе (Швейцария), используя опыт Лио, установил на высоте 1900 м второй внезатменный коронограф и начал систематические наблюдения короны. Наконец, в последние годы был установлен третий внезатменный коронограф в Америке, на горах Колорадо (Climax), на высоте 3500 м.

Наблюдения Вальдмайера показали, что упоминавшаяся уже выше связь формы и интенсивности свечения солнечной короны с активностью в фотосфере и хромосфере можно проследить в больших деталях. Оказалось, что отдельные усиления интенсивности свечения в короне связаны с процессами в нижележащих слоях атмосферы Солнца.

Особенно интересные сведения получаются (начиная со второй половины

прошлого столетия) при рассмотрении спектров солнечной короны.

Спектральные наблюдения позволяют разделить солнечную корону на внутреннюю и внешнюю части. Линия раздела между этими областями проходит приблизительно на расстоянии в 10' от края Солнца.

Внутренняя корона характеризуется наличием непрерывного спектра (открытого в 1868 г. Райе) и многими накладывающимися на него эмиссионными линиями (первая из эмиссионных линий, наиболее яркая — зелёная, была открыта в 1869 г. Харкнессом). Внешняя корона характеризуется наличием фраунгоферовых линий поглощения (открыты в 1871 г. Жанссеном). Людендорф, Гротриан и Море нашли, что ширина фраунгоферовых линий не зависит от расстояния от Солнца и равна ширине фотосферных линий. Непрерывный спектр короны поляризован, и распределение энергии в нём такое же, как и в фотосфере. Всё это позволило сделать заключение, что, как непрерывный спектр короны, так и её фраунгоферовы линии поглощения представляют собою свет фотосферы, рассеянный свободными электронами в солнечной короне (рассеяние света ионами, также имеющимися в солнечной короне, во столько раз слабее, чем рассеяние электронами, во сколько масса первых больше последних).

Хуже обстоит дело с эмиссионными линиями короны. После наблюдений в течение многих затмений был составлен достоверный список наиболее ярких корональных эмиссионных линий. С этого начались многочисленные попытки их отождествления со спектрами различных элементов.

Свингс даёт следующую сводку попыток [4] идентификации эмиссионных корональных линий.

В 1911 г. они приписывались гипотетическим элементам, в 1922 г. дважды ионизованному кальцию, в 1929 г. — аргону, в 1930 г. — атомному Раман-эффекту, в 1931, 1934 и 1935 гг. — дважды возбуждённому гелию, в 1931—1933 — кислороду, в 1932 г. — водородной молекуле, в 1934 г. — отрицательным ионам, в 1936 г. — запрещённым линиям однажды ионизованного азота,

в 1938 г. — запрещённым линиям однажды ионизованного железа.

В период 1932—1939 гг. Эдлен и Свингс делали многочисленные попытки идентификации. Они испробовали всевозможные механизмы, как атомные, так и молекулярные.

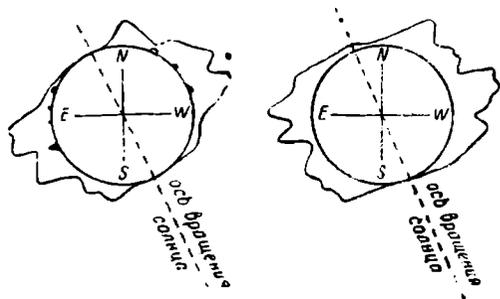
Однако, все эти попытки были безуспешными. Поэтому проблема происхождения корональных эмиссионных линий превратилась в одну из труднейших задач современной астрофизики.

Весьма вероятное объяснение этой загадки было дано в 1941 г. Эдленом. Её решению сильно способствовали уже упоминавшиеся выше наблюдения короны вне затмений, произведённые Лио и, в особенности, Вальдмайером. Наиболее интересные результаты были получены Вальдмайером в течение военных лет [5].

Вальдмайером, в дополнение к уже описанной [8] методике наблюдений, был успешно применён интерференционный фильтр, позволяющий выделять в различных длинах волн участок спектра шириной всего лишь в 2 ангстрема. Это важное изобретение помогло борьбе с рассеянным светом и облегчило наблюдения. Кроме того, Вальдмайер широко применял замедленную киносъёмку протуберанцев и наиболее ярких корональных образований.

Весьма существенным достижением Вальдмайера является проведённое им систематическое построение изофот короны в разных эмиссионных линиях. Изофотами называются линии, соединяющие точки с равной полной интенсивностью данной эмиссионной линии. Последняя измерялась следующим образом. Щель спектрографа, находящаяся в фокальной плоскости внезатменного коронографа, после каждого снимка спектра перемещалась, оставаясь параллельной самой себе, во всё более внешние части короны. Эти перемещения щели производились с остановками через каждый 0'.5. Во время остановок производилось фотографирование с экспозициями порядка 7 минут. Часть этих снимков делалась через ступенчатый фильтр для получения фотометрической шкалы. Любой такой снимок давал

возможность построить контуры данной спектральной линии для каждой точки вдоль узкой полоски короны, попавшей на щель спектрографа. Вся же совокупность таких снимков давала возможность получить контур спектральной линии для большого количества точек, равномерно разбросанных по короне. Вальдмайер производил исключение влияния света фотосферы, рассеянного в земной атмосфере, путём сравнения распре-



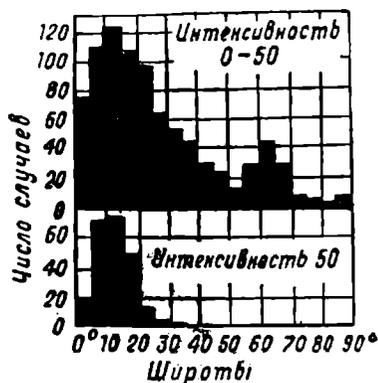
Фиг. 1.

ления интенсивности непрерывного спектра в зависимости от расстояния от края Солнца с распределением интенсивности непрерывного спектра, выведенным Баумбахом, на основании многих наблюдений во время полных солнечных затмений. После введения такой поправки на влияние рассеянного света, измерялась площадь, ограниченная контуром исследуемой эмиссионной линии в каждой точке короны. Эта площадь и принималась в качестве показателя полной интенсивности спектральной линии. Соединение точек короны с равными полными интенсивностями даёт изофоты короны в лучах данной спектральной линии. Кроме того, Вальдмайер производил глазомерные оценки; их результаты весьма хорошо согласуются с данными описанных спектрофотометрических измерений.

Результаты многочисленных измерений Вальдмайер представляет, как в виде карт изофот, так и в виде так называемых контуров короны, представляющих собой чертежи, на которых по радиусам отложены полные интенсивности линий (в произвольной шкале).

Пример контуров короны для 21 IX 1941 приведён на фиг. 1 (для линии  $\lambda$  5303 — слева и для  $\lambda$  6374 — справа).

Изучение описанных изофот, а также контуров короны в лучах двух сильнейших эмиссионных линий (зелё-



Фиг. 2.

ной  $\lambda$  5303 и красной  $\lambda$  6374) солнечной короны привело Вальдмайера к важным заключениям. Он нашёл, что эмиссионные линии особенно интенсивны на тех широтах, где сосредотачиваются активные процессы, как в фотосфере, так и в хромосфере, а именно в так называемых королевских зонах (широты 7—25°). Это отчётливо видно из фиг. 2, на которой дано распределение по широте числа случаев появления интенсивности от 0 до 50 (в 50-балльной шкале) вверху и числа случаев с интенсивностью 50 (внизу). Верхняя часть чертежа показывает главный максимум на широтах порядка 12° и вторичный на широтах около 60°. Наиболее интенсивное свечение появляется в зоне 12° (см. нижнюю половину фиг. 2). По оценкам Вальдмайера, интенсивность на широтах 12° больше, чем на экваторе в 2 раза, и больше, чем у полюсов, почти в 20 раз.

На фиг. 3, также построенной Вальдмайером, показано изменение от года к году распределения по широте свечения зелёной корональной линии. Отчётливо видно смещение кривой распределения свечения в последние годы в более низкие широты. Это позволяет распространить закон Шпёра и на корональные явления (закон Шпёра заключается в изменении

средней широты, скажем солнечных пятен, от  $\varphi \pm 25^\circ$  в начале каждого 11-летнего цикла до  $\varphi \pm 6 - 8^\circ$  в конце 11-летнего цикла).

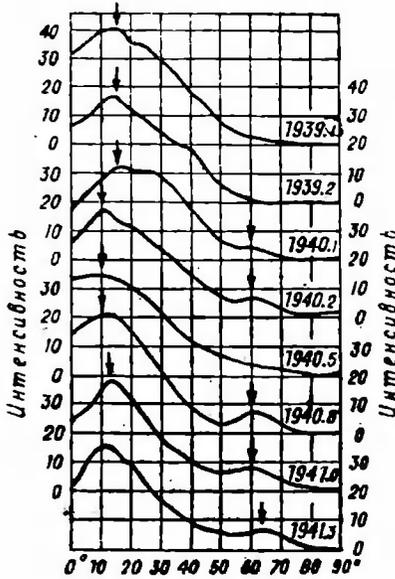
Сравнение контуров короны в линии  $\lambda 5303$  с таковыми в линии  $\lambda 6374$ , усреднённых по многим случаям, даёт весьма сходную картину. Однако

онов солнечной поверхности. Так он называет те места солнечной поверхности, где соответственно особенно интенсивны зелёная или красная корональные эмиссионные линии.

Бывают случаи, когда и другие линии сильно увеличивают свою интенсивность. Например, отмечались случаи, когда линия  $\lambda 5694$  была втрое интенсивнее зелёной, т. е. усиливалась более, чем в 60 раз. Так как образование этой линии требует энергии втрое большей, чем  $\lambda 5303$  (табл. 2), то становится ясным, что в этих случаях появляется в большом количестве излучение с большей энергией.

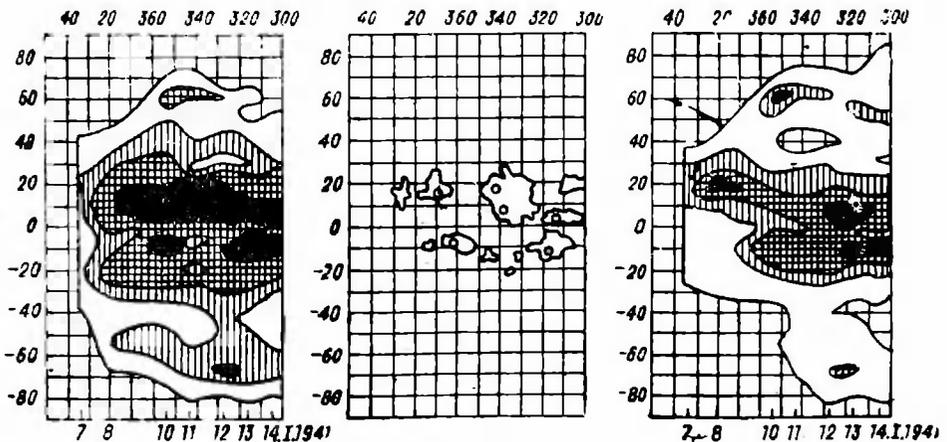
Хотя корональные линии могут наблюдаться только на краю Солнца, но путём систематических наблюдений и благодаря вращению Солнца мы имеем возможность изучить корональное свечение на всех долготах. Таким образом, Вальдмайер смог построить синоптические карты распределения интенсивности свечения корональных линий и сравнить их с синоптическими картами фотосферной и хромосферной активности.

На фиг. 4 приведён пример такого сравнения для интервала долгот  $300 - 50^\circ$ , наблюдавшихся в январе 1941 г. (дни наблюдений показаны на нижнем срезе фиг. 4). Левая карта фиг. 4 даёт распределение по солнечной поверхности (ординаты — широты, абсциссы на верхнем краю — долготы) интенсивности линии  $\lambda 5303$ ; средняя карта показывает положение факелов и пятен;



Фиг. 3.

в отдельных случаях распределение коронального свечения в  $\lambda 5303$  по солнечной поверхности может сильно отличаться от такового для  $\lambda 6374$ . В связи с этим Вальдмайер вводит понятия „зелёных“ и „красных“ рай-



Фиг. 4.

правая — распределение интенсивности; в линии  $\lambda$  6374.

В случае, приведённом на фиг. 4, как и во всех остальных, видна общая связь усиления интенсивности корональных линий с процессами в фотосфере. В деталях же может и не быть полного совпадения. Аналогичным образом была установлена тесная связь корональных линий с хромосферными образованиями. А именно, получена сильная положительная корреляция с хромосферными облаками (так называемыми «факельными площадками» — *plages faculaires*) и отрицательная корреляция с волокнами.

Всё сказанное показывает, что причина появления корональных линий лежит где-то на больших глубинах и связана с активными областями фотосферы и хромосферы. Таким образом, некоторый агент, вырвавшийся из глубоких слоёв Солнца в активной области фотосферы, вызывает изменения в хромосфере. Распространяясь дальше, вызывает появление корональных линий. Действие такого агента этим, повидимому, не ограничивается. Распространяясь дальше, он достигает атмосферы Земли и вызывает в ней магнитные бури, полярные сияния и нарушения строения ионосферы. Этим и объясняется обнаруженная ещё в середине прошлого столетия Вольфом, Ламонтом, Готье и Себайном связь между числом магнитных бурь на Земле и пятен на Солнце. Однако, до последнего времени эта связь прослеживалась только в данных, усреднённых за большие промежутки времени. Она лишь с трудом обнаруживалась при сопоставлении отдельных бурь с отдельными солнечными пятнами.

Связь отдельных солнечных и земных явлений удалось найти Вальдмайеру. Он нашёл, что сильные магнитные бури начинаются либо через 7.4 дня после даты наблюдения области с интенсивными корональными линиями на восточном краю Солнца, либо за 6.2 дня до её появления на западном. Но одна четверть оборота Солнца равна 6.8 дня. Отсюда Вальдмайер делает заключение, что разность  $7.4 - 6.8 = 0.6$  дня или  $6.8 - 6.2 = 0.6$  дня есть время, необходи-

мое вышеуказанному агенту для прохождения расстояния от Солнца до Земли. Это время того же порядка, что и получаемое по известным случаям появления сильных хромосферных извержений, сопровождающихся магнитными бурями. При этом скорость получается порядка 3000 км/сек.

Наблюденное совпадение моментов отдельных усиления интенсивности свечения корональных линий с моментами магнитных бурь является причиной большого интереса, проявляемого как астрофизиками, так и геофизиками к этим наблюдениям. Тот факт, что магнитные бури не всегда совпадают с солнечными пятнами, объясняется их связанностью непосредственно не с пятнами, а с районами с интенсивными корональными линиями. Хотя последние и бывают всегда на широтах солнечных пятен, но часто с ними не совпадают.

Для выяснения природы возникновения корональных эмиссионных линий весьма существенно также и разделение корональных линий на группы. Линии одной группы ведут себя сходным образом как в пространственном, так и во временном распределении интенсивностей. Поведение же линий разных групп, хотя и сходно в среднем, но в каждом отдельном случае может сильно различаться. Это говорит за то, что корональные линии либо принадлежат разным атомам, либо разным степеням ионизации одинаковых атомов, либо вызваны различными механизмами возбуждения.

Основным предположением, делаемым всегда при предыдущих попытках идентификации корональных линий, являлось то, что атомы солнечной короны предполагались ионизованными не более, чем 2—3 раза. Неудачи предыдущих исследователей привели Эдлена к убеждению, что допущение о малых степенях ионизации в короне должно быть оставлено.

Этому заключению способствовало указание Гротриана, что волновые числа двух корональных линий —  $\lambda$  6374 и  $\lambda$  7892 — соответствуют энер-

гетическим, переходам, соответственно 9 и 10 раз ионизованного железа.<sup>1</sup>

Ниже приводим (по Свингсу) таблицу сравнений волновых чисел, опре-

показал, что переходы надо искать, главным образом, среди конфигураций  $3s^23p$ ,  $3s^23p^2$ ,  $3s^23p^4$  и  $3s^23p^5$  элементов группы железа.

ТАБЛИЦА 1

| Лабораторные данные      |                         |   | Корона                  |                          |
|--------------------------|-------------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| электронная конфигурация | запрещённые переходы    | волновые числа по лабораторным определениям | волновые числа          | длина волны в ангстремах |
| Fe X $3s^23p^5$          | $^2P_{1/2} - ^2P_{3/2}$ | 15.687 см <sup>-1</sup>                     | 15.683 см <sup>-1</sup> | 6374.5                   |
| Fe XI $3s^23p^4$         | $^3P_1 - ^3P_2$         | 12.673                                      | 12.668                  | 7891.9                   |
| Ca XII $2s^22p^5$        | $^2P_{1/2} - ^2P_{3/2}$ | 30.028                                      | 30.039                  | 3328.0                   |
| Ca XIII $2s^22p^4$       | $^3P_1 - ^3P_2$         | 24.464                                      | 24.465                  | 4086.3                   |

делённых в лаборатории Эдлена, с наблюдаемыми волновыми числами некоторых корональных линий.

Замечательно не только сходство лабораторных и корональных оценок волновых чисел этих четырёх линий, но и то, что можно провести почти полную идентификацию и всех остальных линий, если считать иден-

Идея определения длин волн для высокоионизованных атомов состоит в следующем.

Образуем так называемую изоэлектронную последовательность, т. е. напишем ряд ионов с одинаковыми количествами электронов:

$3s^23p$ : A II, Si II, ... Sc IX, ... Fe XIV, Co XV, Ni XVI — число электронов 13,

ТАБЛИЦА 2

| $\lambda$<br>в ангстремах | Интенсивность                                       |                         | Идентификация                  | Ионизационный потенциал в вольтах |
|---------------------------|---|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                           | Оценки Миннаерта во время полных солнечных затмений | Внезатменные оценки Лию |                                |                                   |
| 3328.1                    | 1.0   |                         | Ca XII $^2P_{3/2} - ^2P_{1/2}$ | 589                               |
| 3388.10                   | 16.0  |                         | Fe XIII $^3P_2 - ^1D_2$        | 325                               |
| 3454.13                   | 2.3   |                         |                                |                                   |
| 3600.97                   | 2.1   |                         | Ni XVI $^3P_{1/2} - ^2P_{3/2}$ | 455                               |
| 3642.87                   | —   |                         | Ni XIII $^3P_1 - ^1D_2$        | 350                               |
| 3800.77                   | —   |                         |                                |                                   |
| 3986.88                   | 0.7   |                         | Fe XI $^3P_1 - ^1D_2$          | 261                               |
| 4086.29                   | 1.0   |                         | Ca XIII $^3P_2 - ^3P_1$        | 655                               |
| 4231.4                    | 2.6   |                         | Ni XII $^2P_{3/2} - ^2P_{1/2}$ | 318                               |
| 4311.5                    | —   |                         |                                |                                   |
| 4359.0                    | —   |                         |                                |                                   |
| 4567.0                    | 1.1   |                         |                                |                                   |
| 5116.03                   | 4.3   | 2.6                     | Ni XIII $^3P_2 - ^3P_1$        | 350                               |
| 5302.86                   | 100   | 120                     | Fe XIV $^3P_{1/2} - ^2P_{3/2}$ | 355                               |
| 5694.42                   | —   | 1.5                     |                                |                                   |
| 6374.51                   | 8.1   | 28                      | Fe X $^2P_{3/2} - P_{1/2}$     | 233                               |
| 6701.83                   | 5.4   | 3.3                     | Ni XV $^3P_0 - ^3P_1$          | 422                               |
| 7059.62                   | —   | 4                       |                                |                                   |
| 7891.94                   | —   | 29                      | Fe XI $^3P_2 - ^3P_1$          | 261                               |
| 8024.21                   | —   | 1.3                     | Ni XV $^3P_1 - ^3P_2$          | 422                               |
| 10746.80                  | —   | 240                     | Fe XIII $^3P_0 - ^3P_1$        | 325                               |
| 10797.95                  | —   | 150                     | Fe XIII $^3P_1 - ^3P_2$        | 325                               |

тификацию табл. 1 правильной. Обзор возможных уровней мультиплетов

<sup>1</sup> Объяснение употребляемых ниже символов можно найти в книге А. М. Теренина «Введение в спектроскопию» КУБУЧ, 1933.

атомные номера от 13 до 28;  $3s^23p^5$ : Cl I, A II..., V VII, ... Fe X, Co XI, Ni XII — число электронов 17, атомные номера от 17 до 28.

Эти последовательности дают толь-

ко дублеты, для которых волновое число изменяется пропорционально величине  $(z - \sigma)^2$ , где  $z$  — атомный номер, а  $\sigma$  — так называемая величина экранирования, остающаяся почти постоянной при изменении  $z$ . Точная лабораторная проверка этого закона была проведена до Sc IX в последовательности  $3s^2 3p$  и до V VII в последовательности  $3s^2 3p^5$  (менее точные лабораторные значения волновых чисел, были получены также от Cr VIII до Co XI). Используя указанную зависимость волновых чисел от  $z$ , можно вычислить их и для членов в изоэлектронных последовательностях с большими значениями  $z$ . Аналогичной, хотя и более сложной, экстраполяцией определяются волновые числа изоэлектронных рядов для  $3s^2 3p^4$  и  $3s^2 3p^5$ . Из всех волновых чисел, определённых описанным образом, может быть произведён отбор переходов, имеющих большую вероятность.

В результате вычислений Эдлен [6] дал следующую табл. 2 идентификации корональных линий.

Предполагая электронную температуру в короне порядка  $250\ 000^\circ$ , Эдлен вычислил интенсивности линий Fe XI, Fe XIII и Ni XV и получил удовлетворительное согласие с наблюдаемыми интенсивностями корональных линий. Оказалось, что наблюдаемые относительные интенсивности линий, относящихся к разным степеням ионизации, обнаруживают максимум для состояний XIII и XIV. Эдлен считает, что в короне около половины всех атомов находится в состояниях XIII или XIV и, вероятно, более чем 95% в состояниях от X до XVI. Полученные Эдленом отношения интенсивности линий железа и никеля совместимы со средним отношением содержания этих элементов в метеоритах.

К заключению о том, что в солнечной короне действительно осуществляются условия, предполагаемые Эдленом (высокая электронная температура), можно притти и из других соображений. Так, в 1941 г. Альфвен, а в 1942 г. Вальдмайер показали, что распределение наблюдаемой электронной плотности в короне может быть получено при предположении действия

только сил тяготения и температуры в  $10^6$  градусов для внутренней короны.

Как показали Мензел и Гольдборг, предположением температуры в несколько тысяч градусов можно объяснить отсутствие в спектре короны эмиссионных линий бальмеровской серии, несмотря на небольшое количество водорода на Солнце. Это объясняется тем, что в короне весь водород находится в ионизированном состоянии и очень мала вероятность его рекомбинации. К такому же заключению пришёл недавно И. С. Шкловский [7] при исследовании вопроса о том, какими ионами компенсируется электронный заряд короны. Он полагает, что в короне в большом количестве присутствуют ионы водорода, так как концентрация металлических высокоионизированных ионов (которая может быть вычислена из эквивалентных ширин корональных линий) оказывается слишком малой для того, чтобы их заряд мог компенсировать электронный заряд по данным Баумбаха. Недавно Лио наблюдал в солнечной короне  $H_2$  с интенсивностью, меньшей  $10^{-4}$  интенсивности зелёной корональной линии.

Высокой температурой в короне можно также объяснить плохую видимость во внутренней короне линий поглощения солнечного спектра, отражённого свободными электронами. Благодаря их быстрому движению, линии получают очень расширенными. Поэтому с трудом наблюдаются даже наиболее интенсивные линии H и K Ca II. Из этих соображений электронная температура короны оценивается в  $350\ 000^\circ$ .

Чем может быть вызвано столь высокое возбуждение в солнечной короне?

Описанные выше результаты наблюдений Вальдмайера отчётливо доказывают наличие сильных изменений интенсивности свечения корональных линий и тесную связь этого свечения с солнечной активностью в хромосфере и в фотосфере.

Таким образом, является вероятным, что причина столь высокого возбуждения возникает в глубоких слоях. Далее известно, что солнечная активность является ответственной

за ряд явлений на Земле: магнитные бури, полярные сияния и особый вид нарушения структуры ионосферы и распространения коротких радиоволн.

Анализ перечисленных геофизических явлений [8] показывает, что их причиной являются потоки каких-то электрически заряженных частиц-корпускул, летящих из активных областей солнечной поверхности. Упомянутая выше тесная связь отдельных случаев усиления интенсивности корональных линий с магнитными бурями показывает, что во всех этих явлениях мы имеем дело с одной общей причиной. Потоки корпускул из глубоких слоёв солнечной поверхности вызывают столь высокое возбуждение в солнечной короне и, распространяясь дальше, вызывают вышеупомянутые явления в земной атмосфере.

Пока неизвестно, какой именно вид корпускул и с помощью какого механизма выбрасывается из недр Солнца в активных областях его поверхности. Было предложено несколько гипотез.

Так, Мензел полагает, что в активных областях Солнца происходит обнажение более глубоких слоёв Солнца с температурой порядка миллиона градусов. Радиация этих слоёв, по его мнению, и обуславливает высокое возбуждение в короне. Однако, этому взгляду противоречит то, что при появлении активных областей Солнца в земной атмосфере должно было бы наблюдаться увеличение ионизации, во много раз превышающее действительно наблюдаемое. Наблюдаемые увеличения электронной плотности в ионосфере требуют увеличения интенсивности в далёком ультрафиолете всего в 100 раз, что может быть достигнуто небольшим изменением температуры. Кроме того, обязательным требованием ко всякой гипотезе, претендующей на объяснение корональных линий, является способность объяснить возникновение корпускулярных потоков, вызывающих магнитные бури.

Другая гипотеза предлагалась

Альфвеном. Он считает, что возбуждение короны поддерживается протуберанцами или потоками заряженных частиц, разгоняемых магнитным полем солнечных пятен. При развитии этой точки зрения нужно учесть, что интенсивное корональное свечение часто наблюдается и над районами без солнечных пятен. Кроме того, опять-таки нужно объяснить существование узких интенсивных потоков корпускул, достигающих земной атмосферы. Наконец, в 1942—1945 гг. известный индусский астрофизик Саха [9] предложил гипотезу, по которой в активных областях солнечной поверхности под фотосферой происходят процессы, аналогичные делению урана, но путём тройного или четвертного разложения тяжёлых элементов  $Ug^{239}$ ,  $Ug^{235}$ ,  $Prot.$ ,  $Asi^{231}$  или  $Th^{232}$ . Эти ядерные реакции, по мнению Саха, должны сопровождаться выбросами сильно ионизованных частиц, которые способны произвести как высокую ионизацию в короне, так и упомянутые явления в атмосфере Земли. Однако сейчас ещё не выяснена возможность подобных процессов на поверхности Солнца.

Итак, вопрос о механизме возникновения жёсткой радиации (повидимому, корпускулярной), вызывающей сильное возбуждение в короне и ряд геофизических явлений, пока не решён.

Однако, как видел читатель, в последние годы был достигнут значительный прогресс в выяснении недавно ещё совершенно загадочной природы солнечной короны.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] В. Б. Никонов. Бюлл. Абадуманской астрофизической обс., № 7, 23—72, 1943. — [2] В. П. Вязаницын. Природа, № 2, 1936. — [3] Б. Н. Гиммельфарб. Природа, № 4, 1944. — [4] P. Swings. Publ. Astr. Soc. Pacific, 57, № 336, 117—137, 1945. — [5] A. J. Deutsch. Astroph. Journ., 101, № 1, 117—130, 1945. — [6] B. Edlén. Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Band 28, V. № 1, 1941. — [7] И. С. Шкловский. Астрономический журнал, 22, № 2, 82—89, 1945. — [8] М. Н. Гневывшев и А. И. Оль. Астрономический журнал, 22, № 3, 151—157, 1945. — [9] M. N. Saha. Proceed. Nat. Inst. Science of India, 8, 99, 1942; Proceed. London Phys. Soc., 57, 271, 1945.

# МЕЗОНЫ

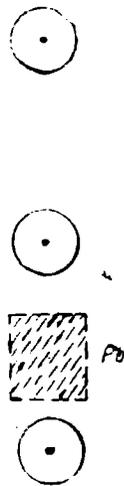
Н. А. ДОБРОТИН

За последние 10—15 лет физика космических лучей превратилась в одну из наиболее интересных и актуальных глав современной науки о природе. Причина этого лежит, несомненно, в самих свойствах космических лучей. Частицы, приходящие на землю из космоса, обладают столь большими энергиями, что при своём взаимодействии с ядрами атомов атмосферы они вызывают процессы, которые мы до сих пор не можем осуществить искусственным путём. Первичные частицы космических лучей, вероятнее всего протоны, уже в самых верхних слоях атмосферы образуют частицы совершенно особой природы: мезоны, электроны и позитроны с очень большой энергией. Эти вторичные частицы в свою очередь вызывают целый ряд новых процессов ядерного характера, образуют третичные, четвертичные и т. п. частицы, в том числе повидимому ещё неизученные нейтральные частицы, в результате чего получается сложнейший комплекс явлений огромной принципиальной важности. До сих пор физика выяснила только некоторые стороны этих процессов и несомненно, что дальнейшее изучение космических лучей принесёт много неожиданных и очень важного.

Задачей настоящей статьи является краткое изложение опытов, приведших к открытию новых частиц — мезонов и к описанию их свойств.

Известный французский физик П. Оже предложил делить космические лучи на две компоненты — мягкую и жёсткую. Это разделение основывается на опыте по определению проникающей способности частиц космического излучения. Опыт ставится следующим образом (фиг. 1): в вертикальной плоскости друг над другом помещаются несколько счётчиков,<sup>1</sup>

соединённых с усилителем, регистрирующим только те случаи, когда разряд практически одновременно возникает во всех счётчиках («совпадения»). Это происходит тогда, когда какая-либо заряженная частица последовательно проходит через все счётчики. Помещая между счётчиками слой поглотителя (например, свинца)



Фиг. 1.

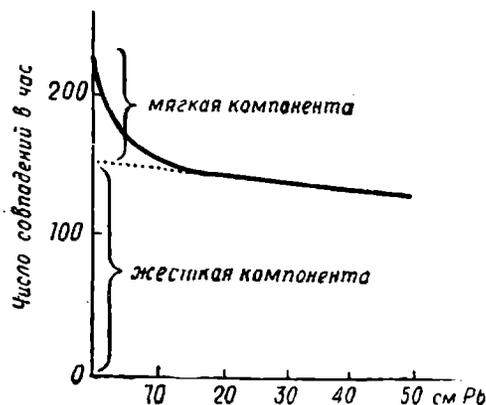
различной толщины, можно отфильтровывать частицы, проникающая способность которых меньше толщины поставленного поглотителя. Результаты этого опыта, неоднократно проделанного многими авторами, представлены в виде кривой на фиг. 2. По оси абсцисс здесь отложена толщина свинца между счётчиками, по оси ординат — число одновременных разрядов во всех счётчиках (число

тальному полюсам батареи высокого напряжения. При надлежащем подборе напряжения батареи, давления, состава газа в трубке и других параметров счётчика и схемы, в счётчике появляются кратковременные электрические разряды при каждом прохождении через него какой-либо ионизирующей частицы. Регистрируя эти разряды, можно определить число частиц, прошедших через счётчик за данное время.

<sup>1</sup> Счётчик Гейгер-Мюллера представляет собой металлическую трубку, по оси которой натянута тонкая проволока. Цилиндр присоединяется к отрицательному, нить — к положи-

совпадений), наблюдавшихся при данном свинцовом фильтре. Это число совпадений соответствует числу частиц космического излучения, прошедших через установку за данное время и обладающих пробегом, большим толщины фильтра.

По предложению Оже, та часть космического излучения, которая пог-



Фиг. 2.

лощается первыми 8—10 см свинца, называется мягкой компонентой, а та, которая проходит через этот фильтр, — жёсткой или проникающей. Как видно из кривой фиг. 2, полученной на уровне моря, жёсткая компонента составляет более двух третей всего космического излучения. Около половины всех частиц космических лучей проходит через слой свинца, толщиной в 50 см. Как известно из опытов, проделанных под водой и в шахтах, частицы космических лучей могут быть прослежены вплоть до огромных, более километра, глубин земли.

Подробный анализ кривой на фиг. 2 приводит к далеко идущим выводам. Разница в проникающей способности частиц мягкой и жёсткой компонент может быть обусловлена либо различием в их энергии, либо различной их природой. Имеется ряд фактов, показывающих, что мягкая компонента, по крайней мере в основном, состоит из электронов с положительным и отрицательным электрическим зарядом<sup>1</sup> и фотонов — квантов с боль-

шой энергией. Наиболее естественное, на первый взгляд, предположение о том, что и жёсткая компонента состоит из тех же частиц, но обладающих ещё большей энергией, наталкивается на серьёзные трудности.

Сущность этого затруднения состоит в следующем. Заряженная частица, в частности электрон или позитрон, пролетая мимо другой заряженной частицы, например атомного ядра, взаимодействует с ней и отклоняется от своего первоначального пути. Это отклонение, как всякое движение с ускорением, приводит к испусканию фотонов, так называемого тормозного излучения. Таким образом часть энергии заряженных частиц при их прохождении через вещество расходуется на испускание квантов тормозного излучения. С помощью современной квантовой механики можно рассчитать величину этого эффекта вплоть до самых больших энергий частиц. Оказывается, потери энергии на излучение пропорциональны квадрату атомного номера атомов среды, в которой происходит торможение, обратно пропорциональны квадрату массы тормозящейся частицы и быстро растут с увеличением её энергии. Для случая торможения электронов в свинце уже примерно при энергиях в 7 миллионов электрон-вольт потеря энергии на излучение сравнивается с потерей энергии на ионизацию. Так как потери энергии на излучение быстро растут с увеличением энергии частиц, то пробег электронов и позитронов в свинце увеличивается с ростом их энергии очень медленно. Расчёт показывает, что для объяснения пробегов в 10 см свинца необходимо электронам или позитронам приписать огромные энергии порядка  $10^{10}$  электрон-вольт. Для объяснения же проникающей способности частиц жёсткой компоненты, которые почти без-

кетом и Оккалини в 1933 г. Масса его, по видимому, в точности равна массе электрона; заряд по абсолютной величине также равен заряду электрона, но отличается от него положительным знаком. Позитрон может соединиться с электроном («аннигилировать»), превращаясь при этом в один или два фотона. Наоборот, фотон с достаточной энергией в поле атомного ядра может образовать пару электронов — обычный электрон и позитрон.

<sup>1</sup> Электрон с положительным электрическим зарядом или позитрон был обнаружен в составе космических лучей Андерсоном, Блек-

поглощения проходят очень большие толщи свинца, пришлось бы принять существование большого числа электронов со столь фантастическими энергиями, что сразу становится ясной нелепость этого предположения. Поэтому, вплоть до 1937 г., без достаточных к тому оснований, обычно принималось, что выводы теории относительно потери энергии на излучение хорошо согласуются с опытом при малых энергиях, но перестают быть справедливыми, начиная с энергий в 70—100 млн электрон-вольт.

С другой стороны, было высказано предположение, что проникающая компонента состоит из протонов или  $\alpha$ -частиц. Так как масса протона почти в 2000 раз больше массы электрона, то протон, при прохождении через вещество, будет терять на излучение в  $(2000)^2 = 4 \cdot 10^6$  раз меньше энергии, чем электрон или позитрон. Поэтому потеря энергии на излучение не будет ограничивать пробег протона.

Однако, эта гипотеза натолкнулась на другое противоречие с экспериментальными фактами. Как известно, удельная ионизация, создаваемая частицей, т. е. число пар ионов, образуемое ею на 1 см своего пути в веществе, определяется скоростью частицы и не зависит от её массы. Поэтому при больших энергиях, когда скорости частиц весьма близки к скорости света, удельная ионизация, создаваемая электронами и протонами, практически одинакова. Следы этих частиц в камере Вильсона неотличимы. Но при сравнительно небольших энергиях, когда скорости частиц заметно меньше скорости света, удельная ионизация увеличивается, и следы таких частиц в камере Вильсона становятся более плотными, более «жирными». Так как пробеги частиц определяются их энергией, то для протонов тот участок пути, на котором они обладают повышенной ионизацией, будет гораздо больше, чем для электронов.

Если предположить, что вся жёсткая компонента состоит из протонов и принять, что нет каких-либо особых процессов, за счёт которых происходит быстрое поглощение медленных

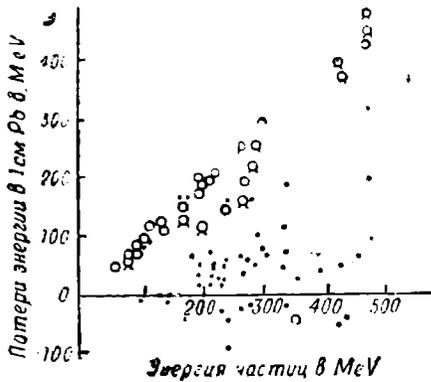
протонов, то из наклона кривой поглощения для жёсткой компоненты можно вычислить, сколько в камере Вильсона должно было бы наблюдаться следов медленных частиц. Этот расчёт, оказывается, даёт во много раз больше медленных протонов, чем их наблюдается в действительности.

Из опытов по отклонению частиц жёсткой компоненты в магнитном поле (в камере Вильсона) следует, что примерно половина частиц имеет положительный, а половина — отрицательный знак электрического заряда. Поэтому предположение о протонном составе жёсткой компоненты автоматически предполагает существование до сих пор не обнаруженных протонов с отрицательным электрическим зарядом («антипротонов»). Это обстоятельство, хотя и не является решающим аргументом против гипотезы протонов, но делает её ещё менее вероятной.

Таким образом и гипотеза о том, что жёсткая компонента состоит из электронов и позитронов с большой энергией и предположение о том, что она состоит из протонов или  $\alpha$ -частиц — наталкивались на большие трудности. Это положение сохранялось вплоть до 1937 г., когда работа американских физиков Андерсона и Ниддермайера указала новые пути для выхода из создавшегося противоречивого положения.

Андерсон и Ниддермайер поставили себе задачу определить потери энергии отдельных частиц космических лучей при их прохождении через плотное вещество. Они поместили в камеру Вильсона пластину платины толщиной в 1 см. Сама камера Вильсона находилась в магнитном поле, искривлявшем пути частиц космических лучей в окружности. Измеряя кривизну следа частицы до и после прохождения через платину, Андерсон и Ниддермайер могли определить потерю энергии, испытываемую частицей при её взаимодействии с атомами платины. Результаты их опытов представлены на фиг. 3. По оси ординат здесь отложены потери энергии в платине, выраженные в электрон-вольтах, а по оси абсцисс — энергии частиц в тех же единицах. Точки и кружки

на диаграмме представляют результаты промеров следов частиц. Точки относятся к одиночным частицам, кружки — к частицам, попадающим в камеру одновременно с другими частицами космических лучей и, следовательно, входящими в состав групп или ливней, и кружки и точки с чёрточками — к частицам, выбившим из



Фиг. 3.

платины вторичные сопровождающие частицы.

Как видно из рисунка, подавляющая часть одиночных частиц (точки) испытывает при прохождении через платину сравнительно малые потери. Значительная часть кружков лежит даже ниже оси абсцисс. Это означает, что потери энергии для таких частиц оказались настолько малыми, что за счёт ошибок в измерении кривизны получились отрицательными. Напротив, для частиц, входящих в состав ливней, а также для частиц, образующих ливни в платине (кружки и кружки с чёрточками), потери энергии сравнительно велики. Это показывает, что частицы космических лучей по своим свойствам разбиваются на две группы: первая группа — частицы, испытывающие большие потери энергии и легко образующие вторичные частицы, и вторая группа — частицы, не образующие вторичных частиц и испытывающие малые потери энергии при прохождении через вещество. Совершенно естественно частицы первой группы сопоставить с мягкой компонентой и частицы второй группы — с жёсткой.

Таким образом, из опытов Андерсо-

на и Нидермайера вытекает, что различие в свойствах мягкой и жёсткой компонент обусловливается не разницей в энергии их частиц, а различной их природой. Поскольку мягкая компонента состоит из электронов, позитронов и сопровождающих их фотонов, жёсткая компонента должна состоять из каких-то других частиц. Вместе с тем, это не могут быть протоны.

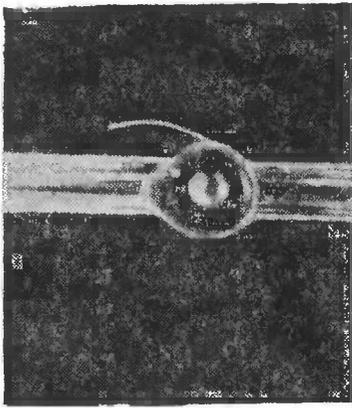
Последний вывод получил дальнейшее подтверждение в опытах по детальному сопоставлению особенностей мягкой компоненты с предсказаниями теории относительно свойств электронов и позитронов, обладающих большими энергиями.

Как мы уже отмечали, согласно современным теоретическим представлениям, электроны и позитроны при своём прохождении через вещество тормозятся электрическим полем ядер атомов вещества и испускают при этом торможении фотоны. При больших энергиях частиц процесс образования квантов тормозного излучения играет основную роль в поглощении электронов и позитронов. Фотоны при взаимодействии с ядрами атомов, в свою очередь, поглощаются и образуют пару частиц — электрон и позитрон. Если энергия фотона была достаточно велика, то каждая образовавшаяся из него частица в свою очередь создаёт фотоны торможения; фотоны опять образуют пары частиц и т. д. Получается своеобразная картина лавинного «размножения» частиц и соответственного уменьшения их энергии. Это размножение будет происходить до тех пор, пока энергия частиц не станет настолько малой, что процессы обычного поглощения за счёт ионизации не станут превалировать над образованием фотонов тормозного излучения.

В 1937 г., когда это явление «лавинного» или «каскадного» «размножения» было рассчитано количественно и был накоплен соответствующий экспериментальный материал, выяснилось, что, по крайней мере, в ряде случаев «лавинная» теория правильно описывает свойства частиц мягкой компоненты, вплоть до очень больших энергий. Напротив, как показали опыты, проделанные итальянским физиком Росси ещё в 1934 г., частицы жёсткой ком-

поненты при своём распространении через вещество не дают «лавины», характерной для мягкой компоненты. Таким образом, эти данные также являются очень сильным аргументом в пользу того, что жёсткая компонента состоит из частиц, масса которых заметно превышает массу электрона и которые, в силу этого обстоятельства, не испытывают потерь на излучение.

Прямые указания на существование частиц, масса которых имеет промежуточное значение между массой электрона и протона, были получены также в 1937 г. На нашей фиг. 4



Фиг. 4.

приведена фотография, заснятая Андерсоном и Ниддермайером с помощью камеры Вильсона. Внутри камеры был помещён небольшой счётчик Гейгер-Мюллера, который вместе с другим счётчиком, находившимся вне камеры, приводил в действие весь механизм камеры Вильсона. Расширение и фотографирование производились только тогда, когда частица проходила через оба счётчика и, следовательно, и через освещённую зону камеры. На приводимой фотографии центральный счётчик виден в форме широкой белой полосы с кружком посередине. След частицы до её прохождения через счётчик (в верхней половине снимка) представляется редкой цепочкой белых капелек тумана. След немного изогнут магнитным полем, в котором находилась камера. После прохождения через счётчик плотность капелек

тумана в следе значительно увеличилась, и он получился на фотографии в виде сплошной белой полосы, оканчивающейся в газе камеры. Таким образом частица с большой энергией (малая плотность капелек и малая кривизна следа) при прохождении через стенки счётчика очень сильно замедлилась. Зная импульс частицы до замедления (определяемый по радиусу кривизны следа), толщину стенок, в которых произошло замедление и пробег после замедления, легко вычислить массу частицы. Оказалось, что она в  $220 \pm 35$  раз больше массы электрона и, следовательно, почти в 10 раз меньше массы протона.

В настоящее время в литературе имеется сравнительно большое число фотографий следов частиц, которые не могут быть приписаны ни лёгким частицам (электроны и позитроны), ни тяжёлым (протоны,  $\alpha$ -частицы). При этом авторы для определения массы частиц использовали различные методы. Измерялись не только кривизна следа и пробег после торможения, но и кривизна и ионизация, кривизна до и после прохождения определённого поглощающего слоя, ионизация и пробег, кривизна следа и угол вылета вторичного выбитого электрона и т. п. Ниже приводится сводка полученных значений масс частиц.

Как видно из таблицы, значения масс лежат в пределах от примерно 20 электронных масс до 1000. Этот разброс во много раз превосходит пределы ошибок, приводимые авторами и, по видимому, указывает на то, что здесь мы имеем дело с частицами, массы которых действительно имеют различное значение. Во всяком случае можно считать твёрдо установленным, что в космических лучах встречаются частицы, масса которых занимает промежуточное значение между массой протона и электрона. В связи с этим за ним установилось название «мезоны» от греческого слова *μεσότης*, что значит «середина». Таким образом, помимо тяжёлых (протоны и  $\alpha$ -частицы) и лёгких частиц (электроны, позитроны и, возможно, нейтрино) было установлено существование в природе нового типа частиц — «полутяжёлых», как

Экспериментальные значения  
масс мезонов

| Автор                    | Масса<br>(за единицу<br>принята<br>масса<br>электрона) | Знак<br>заряда |
|--------------------------|--|----------------|
| Нидермайер и<br>Андерсон | 200  | —              |
| "                        | $220 \pm 35$   | ?              |
| "                        | 65   | +              |
| Стрит и Стивенсон        | $130 \pm 35$   | —              |
| Рулиг и Крэн             | $120 \pm 30$   | +              |
| Нишина и Такеучи         |  |                |
| и Ишимия                 | $220 \pm 40$   | ?              |
| Эренфест                 | 200  | +              |
| Корсон и Броде           | 250  | ?              |
| Вильямс и Пикап          | $220 \pm 50$   | —              |
| "                        | $190 \pm 60$   | ?              |
| "                        | $160 \pm 30$   | ?              |
| Майер-Лейбниц            | 20   | +              |
| "                        | $100 \pm 30$   | +              |
| "                        | $120 \pm 30$   | —              |
| "                        | $55 \pm 35$  | —              |
| "                        | $170 \pm 100$  | +              |
| Нильсен и Лоуэлл         | $210 \pm 20$   | ?              |
| "                        | $180 \pm 20$   | ?              |
| "                        | $190 \pm 15$   | ?              |
| "                        | $145 \pm 30$   | ?              |
| Ле Пренс Ринге           | $1000 \pm 30$  | ?              |

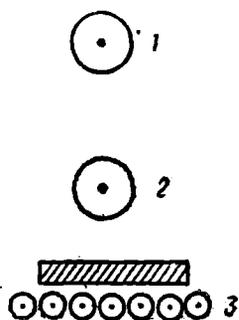
называли мезоны в первое время после их открытия.

Мезоны, как это явствует из опытов, приведших к их открытию, имеют либо положительный, либо отрицательный электрический заряд. В последнее время появились предположения о наличии в космических лучах и незаряженных мезонов. Они получили название «нейтретто». Но твердых доказательств существования нейтральных мезонов пока ещё нет.

Непосредственных измерений величины электрического заряда мезона произведено не было. Но на основании общих соображений, а также по плотности ионизации вдоль следов быстрых мезонов можно с большой долей вероятности полагать, что по абсолютной величине заряд мезонов в точности равен заряду электронов и протона.

Открытие мезона сразу сняло те трудности в понимании свойств проникающей компоненты, о которых говорилось выше. Так как масса мезона

по крайней мере в десятки раз больше массы электрона, то потери энергии на излучение фотонов при взаимодействии с веществом для мезонов будут в сотни раз меньше, чем для лёгких частиц. Мезоны даже в таких тяжёлых веществах, как свинец, практически не будут образовывать лавин, характерных для лёгких частиц. С другой стороны, масса мезона значительно меньше массы протона. В связи с этим для них отпадает трудность, обусловленная малым числом частиц с большими ионизациями, наблюдающихся в космических лучах. Открытие мезонов снимает также трудность, связанную с наличием только положительно заряженных протонов.



Фиг. 5.

Положение о том, что жёсткая компонента состоит из мезонов, в настоящее время является общепринятым. Разумеется, не исключено, что небольшая доля частиц жёсткой компоненты всё-таки является протонами.

Очень интересно отметить, что существование мезонов было предсказано за несколько лет до их открытия японским физиком Юкава. Юкава теоретически, рассматривая силы взаимодействия между нейтронами и протонами внутри атомных ядер, пришёл к заключению, что можно объяснить свойства этих сил, если предположить, что протоны и нейтроны взаимодействуют за счёт возможного обмена частицами, масса которых в 137 раз больше массы электрона. Для объяснения радиоактивного распада атомных ядер с испусканием электронов и позитронов (так называемый  $\beta$ -распад), Юкава

предположил, что радиоактивными являются эти частицы с промежуточной массой. Продуктами их распада должны быть электроны или позитроны и нейтрино (лёгкая незаряженная частица, существование которой стало почти доказанным в результате ряда работ последних лет).

В своём дальнейшем развитии теория Юкава натолкнулась на ряд весьма серьёзных трудностей, и в настоящее время общепризнанной теории ядерных сил не существует. Но общая концепция Юкава о связи этих сил с мезонами, повидимому, правильна. Точно так же правильным оказалось предположение Юкава о радиоактивном распаде мезонов.

Экспериментально радиоактивный распад медленных и остановившихся мезонов был обнаружен с помощью установки, принципиальная схема которой представлена на фиг. 5.

Медленный мезон проходил через счётчики 1 и 2, включённые в схему совпадений, и застревал в свинцовом слое между счётчиками 2 и 3. Спустя некоторое время, мезон распадался, причём в значительной части таких случаев электрон, получившийся в результате распада мезона, попадал в один из счётчиков 3. Определяя время между моментом возникновения разряда в обоих счётчиках 1 и 2 и в одном из счётчиков 3, можно оценить длительность «жизни» остановившегося мезона. Опыты, проделанные с помощью подобной установки Разетти и Росси, показали, что средняя продолжительность «жизни» мезона составляет величину порядка  $2 - 2.5 \cdot 10^{-6}$  сек.

В применении к жёсткой компоненте радиоактивный распад мезонов должен выражаться следующим образом. Если мезоны действительно распадаются спонтанно, независимо от взаимодействия с веществом, то ослабление пучка мезонов должно зависеть не только от количества пронизываемого ими вещества, но и от времени прохождения через это вещество, т. е. от длины пути мезонов. Сравнивая поглощение пучка мезонов в слое воздуха с поглощением в слое плотного вещества той же массы, мы должны получить

существенно разные результаты. Эксперимент для проверки этого эффекта ставится следующим образом. С помощью установки, подобной представленной на фиг. 1, измеряется интенсивность жёсткой компоненты на уровне моря, и затем, с помощью той же установки, на высоте, например, 3000 м. Разность интенсивности жёсткой компоненты в этих двух точках определяется ослаблением пучка мезонов в слое воздуха в 3000 м, эквивалентном по своей массе столбу ртути высотой в 22 см или  $300 \text{ г/см}^2$ . Затем на высоте 3000 м над всей установкой ставится фильтр с массой в  $300 \text{ г/см}^2$ . Для того, чтобы исключить влияние атомного номера вещества фильтра на поглощение, можно ввести соответствующую поправку или сделать фильтр из вещества, близкого по свойствам своим атомов к воздуху (вода, дерево, уголь). Если ослабление пучка мезонов определяется только их поглощением в веществе, то интенсивность мезонов на высоте под фильтром будет такой же, как на уровне моря без фильтра. При наличии же радиоактивного распада интенсивность мезонов жёсткой компоненты на уровне моря будет меньше, чем на высоте под фильтром. Аналогичные результаты должны получиться в опыте, в котором сравнивается интенсивность пучка мезонов на высоте под некоторым углом к вертикали с интенсивностью по вертикали на меньшей высоте.

Все эти опыты, проделанные за последние годы целым рядом авторов, с полной ясностью доказывают спонтанный распад частиц жёсткой компоненты и тем самым подтверждают, что жёсткая компонента в основном действительно состоит из мезонов.

При определении постоянного распада быстро движущихся мезонов необходимо учитывать требования теории относительности. Пусть средняя продолжительность «жизни» мезона, отсчитанная в системе координат, в которой мезон покоится, т. е. средняя продолжительность жизни неподвижного или медленного мезона будет  $\tau_0$ . Тогда, согласно требованию теории относительности, переход к системе координат, движущейся со скоростью

$v$  относительно первой системы, совершается по формуле

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где  $c$  есть скорость света.

Таким образом, если мезон движется относительно наблюдателя со скоростью  $v$ , то этот наблюдатель из своих измерений найдёт, что средняя продолжительность «жизни» будет не  $\tau_0$ , а  $\tau$ . Так как скорость мезонов жёсткой компоненты весьма близка к скорости света, то член  $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

играет весьма существенную роль. Для мезона с энергией в  $3 \cdot 10^9$  электрон-вольт он равен примерно 30.

Как указывалось выше,  $\tau_0$  равно  $2 \cdot 10^{-6}$  сек. Если бы требование, предусматриваемое теорией относительности, отсутствовало, то средний путь мезонов можно было бы определить по формуле:  $L = v\tau_0$ ; так как  $v$  весьма близка к скорости света ( $3 \cdot 10^{10}$  см/сек.), то средний путь мезона был бы меньше километра. В действительности же, как это следует из многочисленных опытов, он равен 10—20 км. Таким образом, это обстоятельство является ещё одним, по крайней мере, качественным подтверждением выводов теории относительности.

Установление распада мезонов приводит к выводу о том, что мезоны не могут являться первичными частицами космических лучей. Так как их распад не зависит от наличия поглощающего вещества, то они распадаются и в мировом пространстве, следовательно, не могут дойти до земли. Несомненно, что они образуются в верхних слоях земной атмосферы при взаимодействии первичного космического излучения с ядрами атомов атмосферы. Этот процесс, безусловно, является одним из наиболее интересных и важных явлений в области космических лучей. К сожалению, в связи с большими экспериментальными трудностями работы на очень больших высотах, в настоящее время мы можем лишь строить гипотезы относительно образования мезонов.

Гейтлер, Гамильтон и Пенг недавно опубликовали большую статью, в которой предлагают следующую общую картину процессов, происходящих в космических лучах. Протоны с большой энергией, являющиеся первичными частицами космических лучей, настолько сильно взаимодействуют с ядрами атомов, что поглощаются уже в самых верхних слоях атмосферы, образуя за счёт своей энергии два типа мезонов. Мезоны первого типа, описываемые псевдоскалярными уравнениями, характеризуются средней продолжительностью «жизни»  $\tau_0 \cong 2 \cdot 10^{-6}$  сек. и образуют жёсткую компоненту космического излучения. На высотах, близких к уровню моря, жёсткая компонента играет основную роль. Мягкая компонента, имеющаяся на этих высотах, по крайней мере в основном образуется жёсткой за счёт распада и прямых столкновений с электронами в атомах.

Мезоны второго типа, описываемые векторными уравнениями, распадаются значительно быстрее мезонов первого типа. Средняя продолжительность их «жизни» должна быть, по крайней мере, в сотни раз меньше средней продолжительности «жизни» мезонов первого типа и составляет таким образом величину порядка  $10^{-8}$  сек. Это значит, что путь таких мезонов в атмосфере приближается к сотне метров. Таким образом мезоны второго типа распадаются в верхних слоях атмосферы, образуя электроны и позитроны с большой энергией. «Размножаясь» каскадным процессом, эти частицы дают «неравновесную» компоненту космического излучения, которая быстро растёт, начиная с высот 3—4 км, и на больших высотах составляет основную часть частиц космических лучей.

В настоящее время у нас нет экспериментально установленных фактов, которые позволили бы доказать правильность этой картины или отвергнуть её. В частности, нет никаких данных относительно существования мезонов с очень малой продолжительностью жизни. Решения этих основных вопросов из области космических лучей следует ожидать от дальней-

ших опытов на предельно больших высотах.

За последнее время появились указания на то, что в какой-то мере образование мезонов происходит и на небольших высотах порядка 4—5 км, доступных даже для высокогорных лабораторий. В ряде работ и, в первую очередь, во время экспедиций на Памир, проведённых Физическим институтом АН СССР в 1944 и 1945 гг., было установлено наличие на высоте 4000 м над уровнем моря значительного числа сравнительно узких ливней из мезонов. На основании различных соображений надо принять, что эти ливни образуются на небольшом расстоянии от места наблюдения и, следовательно, не в верхних слоях атмосферы, а значительно ниже. В 1938—1939 гг. автором совместно с В. И. Векслером было обнаружено новое явление образования вторичных медленных мезонов также на небольших высотах. Хотя механизм обоих этих явлений до сих пор остаётся невыясненным, надо думать, что он тесно

связан с механизмом образования мезонов с большой энергией в верхних слоях атмосферы. Можно надеяться, что дальнейшее изучение этих явлений окажет нам самую существенную помощь в выяснении исключительно запутанной картины процессов, протекающих в космических лучах.

Приведённый обзор показывает, что даже такие основные свойства мезонов, как их масса, заряд, собственный механический момент (так называемый «спин»), не говоря уже о процессах их образования, нуждаются в дальнейшем выяснении. Вместе с тем, несомненно, что выяснение этих вопросов приведёт к ряду крупнейших открытий, имеющих большое принципиальное значение. Именно от изучения космических лучей можно ожидать решения таких важнейших проблем, как проблема элементарных частиц, связи их между собой, проблема ядерных сил, а, следовательно, и понимание строения атомных ядер и многое другое.

# АЗУЛЕНА

Н. П. КИРЬЯЛОВ

## Распространение и свойства азуленов

Уже в XV в. было известно, что существуют растения, эфирные масла которых окрашены более или менее интенсивно в синий или фиолетовый цвет. Вещества, перегоняющиеся с паром и обуславливающие синюю окраску масел, были названы Писсом [20] в 1864 г. азуленами, причём это название сохранилось до настоящего времени, хотя предлагались и другие названия (церулеины). Как пример растений, содержащих синеокрашенные эфирные масла, т. е. имеющих азулены, можно назвать ромашку (*Matricaria chamomilla* L.), отдельные виды тысячелистников (*Achillea coronopifolia* Willd.), гераней (*Pelargonium odoratissimum* L.), полыней (*Artemisia arborescens* L.), масло плодов кубебы (*Piper cubeba* L.), ферул (*Ferula Jaeschkeana* Vatke) и другие.

Значительно чаще встречаются эфирные масла, у которых только высококипящая часть масла (т. кип. 250—320°) является окрашенной в синий или фиолетовый цвет, в целом же масло обычно окрашено в жёлтый или слабозелёный цвет. К растениям с подобным характером эфирного масла можно отнести некоторые виды ферул (*Ferula asa-foetida*), копытень (*Asarum canadense* L.), камфорное дерево (*Laurus camphora* L.), различные виды *Cedrella*, *Turnera*, пачули, валерьян и ряд других.

Особенно часто обнаруживаются растения, содержащие внешне бесцветные эфирные масла, однако последние обладают свойством при некоторых химических реакциях (например, нагревание масел или высококипящих фракций этих масел с серой, или селеном, или иногда с палладием) приобретать синюю окраску, не отличающуюся от окраски масла ромашки. Эта группа эфирных масел наиболее многочисленна, и давно предполага-

лась какая-то связь компонентов таких масел с азуленами, облегчавшая указанные преобразования. Примером этой группы являются масла или составные части масел (спирты: гвайол, кессиловый, шаирол; углеводороды: аромандрен, гурьюнен и т. д.) некоторых видов эвкалиптов, ферул, валерьян, пипер и многих других видов растений. Азулены в природе распространены довольно широко, что видно из факта нахождения различными исследователями азуленов в эфирных маслах семейств: *Piperaceae*, *Lauraceae*, *Compositae*, *Aristolochiaceae*, *Turneraceae*, *Geraniaceae*, *Umbelliferae*, *Araliaceae*, *Zygophyllaceae*, *Labiatae*, *Valerianaceae* и в некоторых других семействах, примерно в 270 видах растений, что составляет около пятой части исследованных эфирных масел.

Синеокрашенные вещества встречаются не только в эфирных маслах. Некоторые смолы при термическом распаде (в пределах 170—400°) выделяют масла, содержащие азулены, по цвету и свойствам не отличающиеся от азуленов эфирных масел, например это явление наблюдается при распаде смол ферул (*Ferula pyramidata* Eug. Kog. [2], и *F. gigantea*), затем смол различных видов *Dipterocarpus* и т. д.

Пока азулены обнаружены преимущественно в цветковых растениях, однако, на основании исследований Вильшtedта [46], нашедшего лактаразулен в грибе *Lactarius deliciosus* L., (исследование Вильшtedта подтверждено Каррером и др.), можно предположить наличие азуленов и в низших растениях. В животных организмах азулены не обнаружены.

В некоторых случаях азулены были обнаружены при проведении различных химических реакций. Так, Гентцел и Вислиценус [10] наблюдали образование синего масла, похожего на эфирное масло ромашки, при сухой перегонке сухого адипиново-кислого кальция; Шлепфер и Штадлер [38]

нашли азулены в продуктах конденсации ацетиленов, хотя в весьма незначительном количестве; наконец, Герценберг и Руеман [11] установили наличие азуленов в продуктах термического распада битумов.

Несмотря на широкое распространение азуленов в растениях, долгое время их не умели выделять в чистом, в смысле химической индивидуальности, состоянии, и поэтому исследователи XIX и начала XX в. в сущности имели дело со смесями. Этим, главным образом, и объясняется большое разнообразие формул, предложенных в то время для азуленов. Азулены предполагались кислородсодержащими соединениями, обладающими различным процентным составом углерода и водорода. Так, согласно Писса [20], азулену подходит формула  $C_{16}H_{12}OH$ , Какхлер [13], изучивший азулен ромашки, дал ему формулу  $C_{10}H_{16}O$ , по данным же Бейльштейна и Купфера [5], азулен имеет формулу  $C_{16}H_{24}H_2O$ ; наконец, Мессмер [18] принимает за азулен вещество состава  $C_{20}H_{29}OH$  и т. д.

Задачу выделения азуленов из эфирных масел в 1915 г. разрешил американский химик Шерндал [41,42]. Он установил, что азулены растворимы в 68%-й серной кислоте. При взбалтывании синеокрашенного эфирного масла кубебы с раствором серной кислоты, азулены растворялись в серной кислоте и затем при приливании воды в кислый раствор или подщелачивании выделялись в относительно чистом виде. Таким образом и был найден первоначальный путь для очистки и последующей идентификации азуленов. Шерндал выяснил, что азулену из эфирного масла кубебы подходит формула  $C_{15}H_{18}$ , т. е. установил, что азулен является синим углеводородом. Нужно сказать, что и другие азулены, найденные до сих пор в природе или выделенные из природных продуктов, соответствуют эмпирической формуле  $C_{15}H_{18}$ , установленной впервые Шерндалом.

Открытие Шерндала весьма благоприятно повлияло на дальнейшее накопление наших знаний по азуленам. Прежде всего, экспериментально

не были подтверждены представления, объяснявшие синюю окраску азуленов. Как известно, синяя окраска объяснялась своеобразным уплотнением двух молекул сесквитерпена и сесквитерпенового алкоголя, например при перегонке растений с паром, с образованием в месте соединения двойной связи  $>C=C<$ , наличие которой могло якобы привести к синему цвету бимолекулярного соединения. Так как образовавшееся вещество должно было содержать тридцать углеродных атомов, то в связи с наличием у азуленов  $C_{15}$ , естественно такая точка зрения отпадала. Представления, объяснявшие синий цвет азуленов хромофорной группой CO или присутствием оксониевopodobного кислорода в азуленах, также оказались неубедительны, потому что азулены кислорода не содержат.

Кроме того, способ Шерндала дал возможность сравнить между собой азулены различного происхождения. В результате исследований обнаружено, что азулены, обладая рядом общих свойств, имеют и некоторые различия, позволяющие предположить существование в природе нескольких азуленов. Так, азулены, в зависимости от происхождения, различались по удельному весу, т. кип., т. пл. пикратов (пикраты—продукты присоединения к азулену пикриновой кислоты) и стифнатов (продукты присоединения к азулену стифниновой кислоты или тринитрорезорцина), не отличаясь друг от друга по составу, способности перегонаться с паром и, отчасти, по окраске. Свойства выделенных азуленов представлены в табл. 1 (составленной по данным на 1931 г.)

В зависимости от происхождения, каждый азулен получил особое наименование. Интересно, что гвайол (сесквитерпеновый спирт состава  $C_{15}H_{26}O$  из *Callitris glauca* и др.) при дегидрировании с серой образовал гвайазулен, отличный от азулена, полученного дегидрированием гвайола с селеном (табл. 1), поэтому название выделенным азуленам было дано в зависимости от дегидрирующего агента (S-гвайазулен; Se-гвайазулен). Последующие исследования только частично

подтвердили существование всех указанных в табл. 1 азуленов. Биррел [6], изучавший гвайазулены, обнаружил, что при значительном охлаждении S-гвайазулена удаётся получить кристаллическое тело в виде маленьких блестящих сине-фиолетовых пластинок с т. пл.  $31.5^\circ$  и т. пл. пикрата  $122^\circ$ . Se-гвайазулен, по данным того же автора, также оказался кристаллическим веществом с т. пл.  $31.5^\circ$ , иден-

пересмотра азуленов различного происхождения, индивидуальными веществами оказались только два. Кроме них, несомненно ещё третий азулен — ветивазулен из ветиверового масла, открытый в 1930 г. и изученный затем Пфау и Платтнером [21]. Этот азулен, в отличие от остальных, был красно-фиолетового цвета и получен в виде кристаллов с т. пл.  $32-33^\circ$ . Неясен пока вопрос о существовании

ТАБЛИЦА 1  
Свойства азуленов различного происхождения

| Происхождение азулена                 | Состав         | Температура кипения при 11—12 мм давления | $d_{4}^{20}$<br>удельный вес | Температура плавления пикрата | Температура плавления стифината         | Название азулена   |
|---------------------------------------|----------------|---|------------------------------|-------------------------------|---|--------------------|
| Из кубебового масла                   | $C_{15}H_{18}$ |   | 0.9778                       | $118^\circ$                   |   | вероятно евказулен |
| „ елемола . . . . .                   | „              |   |                              | $110^\circ$                   | 83                                      | елемазулен         |
| „ ромашки . . . . .                   | „              | $159^\circ$                               | 0.9833                       | $115^\circ$                   | $92-93^\circ$                           | хамазулен          |
| „ тысячелистника . .                  | „              | $161^\circ$                               | 0.9917                       | $110-115$                     | $95-96^\circ$                           | „                  |
| „ эвкалиптового масла                 | „              | $135^\circ/0.5$ мм                        | 0.9743                       | $118-120^\circ$               | $105-106^\circ$<br>и<br>$122-123^\circ$ | евказулен          |
| „ гурьюнского баль-<br>зема . . . . . | „              |   |                              | 122                           |   | гурьюназулен       |
| „ гвайолы + сера . . .                | „              | $164^\circ$                               | 0.9881                       | $120-121^\circ$               | $122-123^\circ$                         | S-гвайазулен       |
| „ гвайолы + селен . .                 | „              |   |                              | $114-110^\circ$               | $98-99^\circ$                           | Se-гвайазулен      |

тичным S-гвайазулену. Данные Бирреля в отношении S-гвайазулена были подтверждены Пфау и Платтнером [21], получившими с помощью хроматографического метода кристаллы гвайазулена с т. пл.  $29^\circ$ . Этим ставится под сомнение наличие индивидуальных S- и Se-гвайазуленов: возможно Ружичка и Хаагенсмит, впервые начавшие работы с этими азуленами, имели их в недостаточно чистом состоянии. Сомнительно также существование евказулена и гурьюназулена, так как пикраты этих азуленов, по данным Пфау и Платтнера, не дают при плавлении депрессии с пикратом гвайазулена. Что касается елемазулена и хамазулена, то предполагается, судя по работам Пфау и Платтнера, их полная идентичность.

Таким образом, после критического

четвёртого азулена — шаиразулена, выделенного Кирьяловым [1], дегидрированием спирта шаирола состава  $C_{15}H_{26}O$  из эфирного масла шаира [*Ferula pyramidata* (Kar. et Kir.) Eug. Kor.]. По всей вероятности, он идентичен с гвайазуленом, как и кессазулен [3], но если предположение не подтвердится, то не исключено, что шаиразулен явится четвёртым индивидуальным азуленом.

Из известных азуленов наиболее распространён в продуктах растительного происхождения гвайазулен и только в одном случае из эфирного масла корневиц *Vetiveria zizantoides* Stapf. из семейства злаковых при дегидрировании был выделен ветивазулен. В других маслах он не обнаружен. Ограничивается ли этими 3—4 различными азуленами весь набор при-

родных азуленов пока трудно сказать, но можно предполагать на основании всего, что нам известно об азуленах. Особенно об их структуре, что количество природных азуленов может возрасти, и дальнейшие изыскания в этом направлении окажутся небезуспешными.

Выделенные азулены, по данным различных авторов, обладали следующими свойствами. Как правило, азулены хорошо растворимы в концентрированной серной кислоте (50—70%), фосфорной (90—95%), но не в азотной, которая азулены разрушает. Азулены были получены вначале в жидком состоянии, но затем удалось получить в кристаллическом состоянии гвайазулен (т. пл. 29—31.5°) и ветивазулен (32—33°). Остальные азулены природного происхождения известны в виде жидкостей. Цвет азуленов синий (S-гвайазулен, хамазулен), фиолетовый (елемазулен, Se-гвайазулен), красно-фиолетовый (ветивазулен). Все азулены, без исключения, способны перегоняться с паром, без разложения перегоняются в вакууме, но частично осмоляются при перегонке в условиях атмосферного давления (т. кип. 280—300°).

Довольно легко азулены присоединяют кислород; так, по данным Ружички и Хаагенсмита [35], елмазулен в течение 6 часов присоединил 26.8 атомов кислорода на моль азулена, а S-гвайазулен—26.1. При окислении азуленов перманганатом образуются углекислота, ацетон, муравьиная, уксусная изомазляная и щавелевая кислоты. При озонировании азуленов образуются те же низкомолекулярные продукты, преимущественно жирные кислоты, как и при окислении перманганатом, не найдена лишь изомазляная кислота. Азулены реагируют с металлическим натрием с образованием натриевых производных, способных регенерировать азулен при воздействии кислорода. Натрий-азулены в присутствии углекислоты образуют, согласно Мельвилю [16], кислоты типа  $(C_{15}H_{14})_2(COOH)_2$ . Необходимо отметить, что, благодаря своей интенсивной окраске, азулены делают невозможным определение в них коэффициентов рефракции и вра-

щательной способности. Определения абсорбционных спектров некоторых азуленов показали, что они очень похожи.

Как уже было раньше указано, известные природные азулены имеют состав  $C_{15}H_{18}$ , следовательно являются сильно ненасыщенными соединениями. Многочисленными опытами различных исследователей, начиная с Аугшпургера [13, 31], установлено, что азулены содержат пять двойных связей (только Шерндал установил четыре, очевидно ошибочно, возможно из-за весьма трудно гидрируемой одной двойной связи). Частично гидрированные азулены различного происхождения, содержащие одну двойную связь (октогидроазулены состава  $C_{15}H_{26}$ ), обладают мало отличающимися свойствами (удельный вес 0.8872—0.8936 и коэффициент рефракции 1.4834—1.4900). При гидрировании цвет азуленов изменяется, и по мере уменьшения количества двойных связей азулены переходят через желтовато-окрашенные продукты в почти или совершенно бесцветные вещества. Полностью гидрированный продукт—бесцветен. Бесцветные или слабо желто-окрашенные гидроазулены при нагревании с серой или селеном (температура 250—300°) дегидрируются в течение нескольких часов с образованием исходных синих или фиолетовых азуленов.

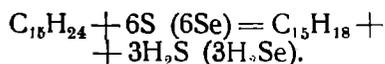
Бесцветные гидроазулены или азуленобразующие бесцветные природные вещества дают некоторые цветные реакции, позволяющие очень часто судить о наличии этих веществ в смесях неизвестного состава, например в эфирных маслах. Наиболее широко распространена цветная реакция с бромом. Азуленобразующие вещества с бромом в растворе хлороформа или уксусной кислоты дают почти моментально синее или фиолетовое окрашивание (иногда зеленое, если азуленов мало). Однако появление окрашивания окончательно не доказывает наличия азуленового соединения. В некоторых случаях аналогичную цветную реакцию дают фурановые производные [12, 34, 42].

Несмотря на неспецифичность реакции, всё же она может быть

рекомендована для практических нужд, так как позволяет произвести предварительную отборочную работу, имея немного опытного материала. Образцы, подозрительные на присутствие азуленобразующих веществ, следует затем подвергнуть дополнительному исследованию. Наиболее убедительным доказательством наличия в бесцветных или слабо жёлто-окрашенных продуктах азулендающих веществ является дегидрирование их с серой или селеном. В случае образования, в результате дегидрирования, синих или фиолетовых веществ, присутствие в пробе азуленовых соединений, точнее их производных, можно считать неоспоримым, так как пока никому не удалось показать, что в этих условиях окраска может быть обусловлена другими, отличными от азуленов, веществами.

При дегидрировании эфирного масла или его высококипящей фракции, где подозреваются азулендающие вещества, берут на 1 часть вещества 50—100% селена или серы (по весу) и нагревают до 250—300° в течение нескольких часов, до прекращения выделения газов. По окончании реакции, полученные продукты подвергают перегонке с паром, отгон растворяют в низкокипящем бензине и в случае содержания азуленов извлекают их взбалтыванием с крепкими кислотами (фосфорной, серной).

Как в случае серы, так и в случае селена реакция идёт по схематическому уравнению:



Некоторые исследователи при дегидрировании обнаруживали в конечных продуктах не только азулены, но и бесцветные вещества с углеродным скелетом кадалина (диметил-изопропил-нафталин) или еудалина (метил-изопропил-нафталин). Так, Мельвилем [16] при дегидрировании с серой сесквитерпеновой фракции эфирного масла из *Wintera colorata* были получены азулен и кадалин. Сходные результаты получены и Ружичкой [35]. Но если вышеуказанные факты можно было объяснить загрязнением

фракций, то дегидрирование ледола и ледена — сесквитерпеновых веществ с пятнадцатью углеродными атомами — по данным химика Комппа [8], показывает безусловную возможность одновременного получения как кадалина, так и азулена из одного вещества. Причём интересно, что если дегидрирование ведётся с селеном, то образуются кадалин и азулен; но при дегидрировании ледена с серой образуется только азулен, во всяком случае кадалин не найден. Работа Комппа по получению азуленов и кадалина из азуленобразующих веществ была подтверждена и другими исследователями на различных веществах. Так, по данным Платнера и Магиара [27], гвайол может быть переведён в кадалин, хотя известно, что гвайол образует гвайазулен. Шаирол с помощью дегидрирования, по данным Кирьялова [1], легко переходит в шаиразулен, но при дегидрировании продуктов окисления шаирола, сохранивших то же количество углеродных атомов, какое известно для шаирола (C<sub>15</sub>), образуется кадалин.

Все эти факты показывают, что азулены и нафталиновые производные (кадалин) близки, и вещества, обладающие свойством давать азулены, могут одновременно и иногда нацело быть переведёнными в нафталиновые производные. Замечательно, что, по данным Майера и Шифнера [20], при пропускании паров S-гвайазулена над силикогелем при 300° в вакууме, были получены с хорошим выходом нафталиновые углеводороды. Естественно поэтому ожидать, что азулены как-то связаны с нафталиновыми соединениями и что, повидимому, речь здесь идёт о структурно-изомерных веществах. К этому выводу приводят и опыты Перротета, нашедшего, что кадалин и гвайазулен отличаются между собой по теплоте сгорания и образования на 29.5 калорий. Однако следует подчеркнуть, что вещества с заведомо известным углеродным скелетом типа кадалина или еудалина при дегидрировании не дают синих или фиолетовых продуктов, т. е. процесс не является взаимно обратимым (по крайней мере в условиях обычного современного ведения

процесса). Исследования свойств азуленов подготовили возможность выяснения их структуры и в последнее время осуществить синтез одного из природных азуленов — ветивазулена. К изложению основных работ по структуре азуленов мы сейчас и переходим.

### Структурные особенности азуленов

Работа по выяснению углеродного скелета азуленов велась в продолжение более двадцати лет и закончилась в 1936 г. блестящим исследованием Пфау и Платтнера. Эти исследователи дали наиболее удовлетворительное объяснение свойствам азуленов и впервые осуществили синтез ряда простейших азуленов. Первую попытку к выяснению структуры азуленов предпринял Шерндал. Он исходил из следующих принципиальных положений:

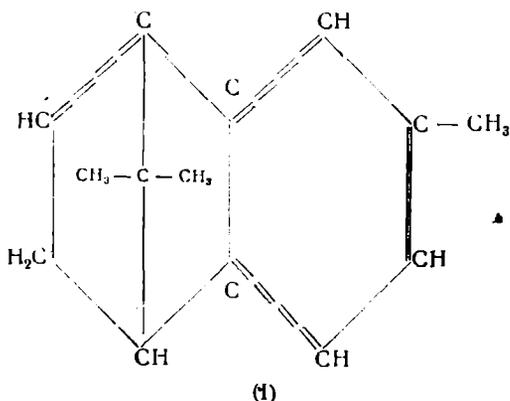
1) азулены близко примыкают к сесквитерпенам (по типу образования и восстановления);

2) азулены содержат 4 двойные связи и, возможно, являются трициклическими соединениями;

3) азулены обладают ароматическим кольцом (в связи с образованием пикратов);

4) азулены не содержат гидроароматических конъюгированных двойных связей, так как не восстанавливаются натрием в спиртовом растворе;

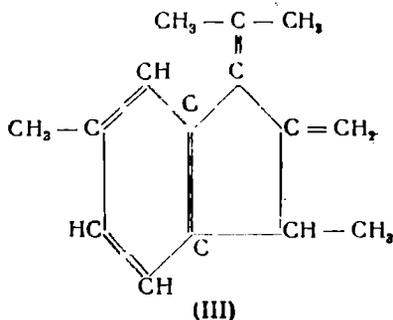
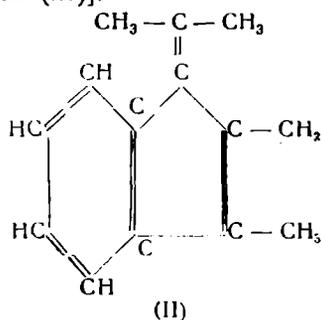
5) цвет азуленов объясняется своеобразным расположением двойных связей.



Структура азуленов по Шерндалу.

На основании своих положений Шерндал предложил на обсуждение три близких структурных формулы, одна из которых приводится здесь (I).

Фактические основания у Шерндала были слабы. Вскоре Аугшпургер [4] показал, что азулены содержат не 4, а 5 двойных связей. Наличие ароматического кольца, в связи с отсутствием доказательства, вызвало сомнения и, наконец, едва ли возможной была окраска у трициклических соединений типа I. Кремерс [15] предложил для азуленов структуру бензофульвенов [(II) или (III)].



Структура азуленов (по Кремерсу).

Бензофульвеновая структура азуленов Кремерса была шагом вперед, так как вещества подобного строения окрашены, но вызвало сомнения, что окраска будет синей. Известные в то время производные бензофульвенов (диметилбензофульвен) были светло-желтого цвета. Для обоснования своих формул, Кремерс привел следующие доказательства:

1) азулены обладают высокой температурой кипения и значительным удельным весом (близким к 1);

2) азулены образуют с пикриновой кислотой пикраты;

3) азулены могут быть восстановлены амальгамой натрия и не вос-

становливаются амальгамой алюминия;  
4) при окислении азуленов образуются фталевая и уксусная кислоты,  $\text{CO}_2$  и ацетон;

5) для азуленов характерны цвет и сложный абсорбционный спектр.

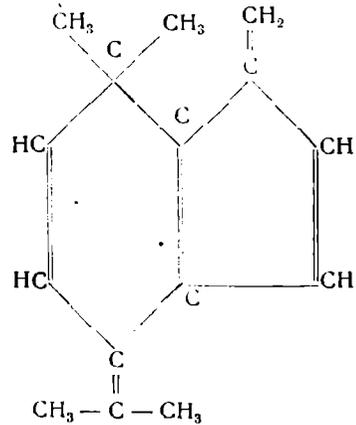
Однако Ружичка и Рудольф не подтвердили фактических данных Кремерса. При окислении азуленов была получена смесь низших жирных кислот и  $\text{CO}_2$ ; фталевая кислота и ацетон не обнаружены. Из этого сделан вывод, что ароматическое кольцо в азуленах невероятно. Весьма небольшое количество твёрдых, очень загрязнённых продуктов, получающихся при окислении азуленов, видимо следует объяснить примесями, а не результатом окислительного распада азуленов.

Остальные соображения Кремерса не дают оснований для выдвинутой бензофульвеновой структуры, так как могут быть характерны и для веществ другого строения.

При исследовании вопроса о структуре азуленов, Ружичка и Рудольф [34] предположили, что цвет азуленов мог быть обусловлен только особенной неизвестной группировкой с 5 двойными связями в бициклическом углеродном скелете, не содержащем ароматического кольца.

Авторы считали, что различные азулены, известные к тому времени, могут иметь неодинаковый углеродный скелет. Этим они и объясняли различия между отдельными азуленами. Но расположение двойных связей, в соответствии с развиваемыми представлениями, должно быть всегда одинаковым. Наиболее вероятной структурой для азуленов Ружичка и Рудольф признали структуру производных фульвена. Особенное развитие такая точка зрения получила в работе Ружички и Хаагенсмита [35] при разъяснении структуры елмазулена, полученного из елемола. Как видно из структурной формулы (IV), авторы полагали, что конъюгация двух колец со скрещёнными связями придаст соединению синюю или фиолетовую окраску.

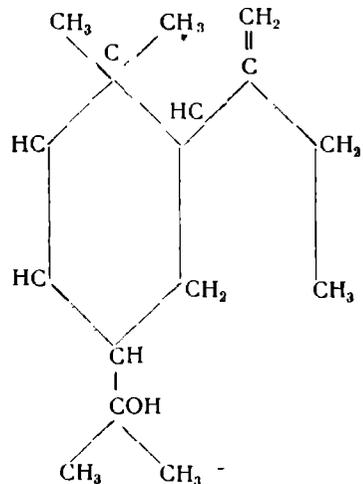
К тому времени было известно, что простая система скрещённых двойных связей в фульвенах приводит к крас-



(IV)

Структура елмазулена  
(по Ружичка и Хаагенсмиту).

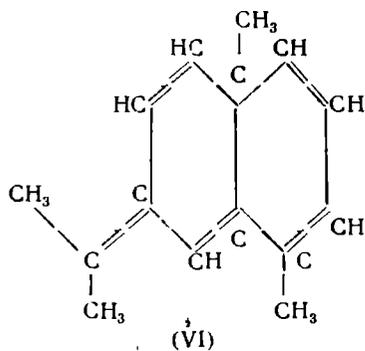
ной окраске. В подтверждение предложенной структуры, авторы ссылались на формулу елемола (V), структурная особенность которого до некоторой степени допускала образование фульвенового кольца при дегидрировании. Выход азулена, однако, был мал, что говорит за возможную неиндивидуальность елемола.



(V)

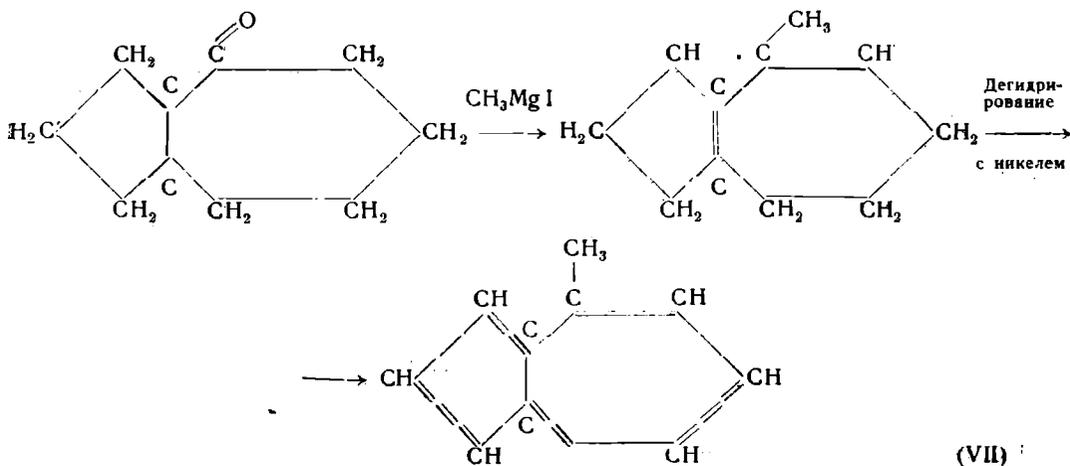
\* Структуру, выдвинутую Ружичкой для елмазулена, Биррель [7] считал нужным придать и для S-гвайазулена, так как ею хорошо объясняются найденные им продукты окисления гексагидрогвайазулена. Он получил изомазляную и d-метил глутаровую кислоты. Но и в этом случае данные

автора недостаточно убедительны, так как полученные вещества окислительной деградации могли образоваться и из соединений другой структуры. Попытка обосновать структуру гурьюназулена (VI) на базе окислительного расщепления изогурьюнена, предпринятая Трейбсом [44], также не дала убедительных результатов. Выделенная трикарбонная кислота  $C_9H_{14}O_6$  с одинаковым успехом может быть приписана и веществам иной структуры. Из углеродного скелета гурьюназулена, предложенного Трейбсом, вытекает, что он соответствует углеродному скелету кадалина, но с одной двойной связью в боковой цепи.



Структура гурьюназулена  
(по Трейбсу).

Таким образом, Трейбс не видел резких различий в структуре гурьюназулена и кадалина и, ссылаясь на опыты Комппа, считал вероятным одновременное образование азуленов и нафталиновых производных при дегидрировании гурьюнена.



С совершенно новой точкой зрения подошли к решению вопроса о структуре азуленов Пфау и Платтнер [21]. Эти авторы предположили наличие в азуленах бицикла, состоящего из семичленного и пятичленного колец. Своё предположение они подтвердили синтетическим изготовлением ряда азуленов. Исходным материалом для синтеза вначале явился кетон циклопентено-циклогептанон. При воздействии на кетон алкил-магний-галогенидов и последующим дегидрированием с никелем полученных продуктов, были выделены синеокрашенные вещества — соответствующие азуленовые углеводороды с 5 двойными связями, обладающие, как и природные азулены, интенсивной синей окраской.

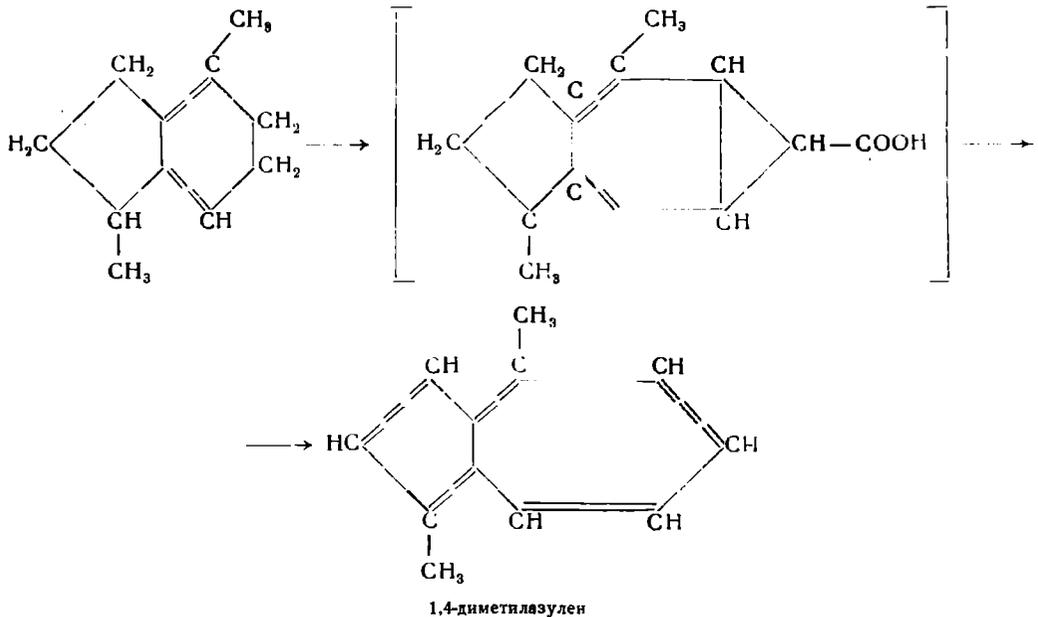
Реакция получения азуленов шла по схеме (VII).

Таким образом, оказалось, что азулены представляют собой бициклические соединения с 5 двойными связями, у которых один цикл семичленный, а второй — пятичленный. Дальнейшие опыты по синтезу азуленов окончательно доказали вышеуказанное представление об их структуре.

Азулены получены также и вторым нижеследующим образом. Так, диметил-азулен, например 1,4-диметилазулен, получен путём воздействия на 1,4-диметил-индан, диазоуксусного эфира, с помощью чего шестичленный цикл расширяется до семичленного. Продукт конденсации — после омыления — перегонялся в присутствии

палладия и в результате одновременного декарбоксилирования и дегидрирования был изолирован 1,4-диметилазулен. Синтез идёт по схеме:

сталлическими веществами и по своим свойствам были близки к известным природным. Известные синтетические азулены и их свойства сведены в табл. 2.



Азулены, полученные первым или вторым путём, оказались окрашенными в синий цвет, часто были кри-

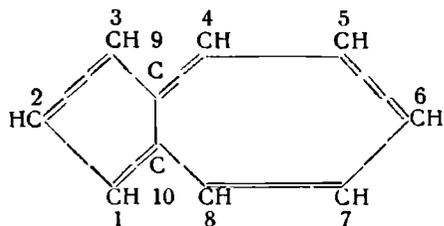
Для обозначения азуленов, Платнер и Пфау предложили номенклатуру Байера [бицикло-(0, 3, 5)-декан] и, та-

ТАБЛИЦА 2  
Состав и свойства синтетических азуленов

| №№<br>пп | Название азулена                   | Состав         | Температура<br>плавления | Температура<br>плавления<br>пикрата | Температура<br>плавления<br>тринитробензо-<br>лата | Температура<br>плавления<br>тротилата |
|----------|------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1        | Азулен . . . . .                   | $C_{10}H_8$    | 98.5—99°                 | —                                   | 166.5—167.5  | 99.5—100° <sup>1</sup>                |
| 2        | 1-Метилазулен . . . . .            | $C_{11}H_{10}$ | жидкость                 | 134—135°                            | 160—161°   | —                                     |
| 3        | 2-Метилазулен . . . . .            | $C_{11}H_{10}$ | 47—48°                   | 130—131°                            | 140—141°   | —                                     |
| 4        | 4-Метилазулен . . . . .            | $C_{11}H_{10}$ | жидкость                 | 144°                                | 177.5—178  | —                                     |
| 5        | 5-Метилазулен . . . . .            | $C_{11}H_{10}$ | —10°                     | 110.5                               | 151.5  | —                                     |
| 6        | 4-Этилазулен . . . . .             | $C_{12}H_{12}$ | жидкость                 | 128.5                               | 147.5  | —                                     |
| 7        | 4-Фенилазулен . . . . .            | $C_{16}H_{12}$ | жидкость                 | 80—81.5°                            | 86—87°   | —                                     |
| 8        | 1,2-Диметилазулен . . . . .        | $C_{12}H_{12}$ | 58—59°                   | 129—130°                            | 166—167°   | —                                     |
| 9        | 1,4-Диметилазулен . . . . .        | $C_{12}H_{12}$ | жидкость                 | 142—143°                            | 177—178°   | —                                     |
| 10       | 4,8-Диметилазулен . . . . .        | $C_{12}H_{12}$ | 69—70°                   | 157—158°                            | 179—180°   | —                                     |
| 11       | 1,4,7-Триметилазулен . . . . .     | $C_{13}H_{14}$ | —                        | —                                   | 177—178°   | —                                     |
| 12       | 1,3,4,8-Тетраметилазулен . . . . . | $C_{14}H_{16}$ | 88—89°                   | —                                   | 194°   | —                                     |
| 13       | 2-Этилазулен . . . . .             | $C_{12}H_{12}$ | 43—44°                   | 110—111°                            | 107°   | —                                     |

<sup>1</sup> Обладает типичным запахом нафталина.

ким образом, простейший азулен (основной углеродный скелет) может быть обозначен как бицикло-(0, 3, 5)-декапентаен (1, 3, 5, 7, 9), т. е.:



Углеродный скелет азулена.

Производные простейшего азулена (метильные, этильные, фенильные и другие) обозначаются по положению группы, замещающей водород, в углеродном кольце азулена. Названия производных по этому принципу и указаны в табл. 2.

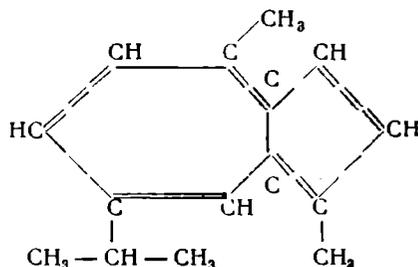
В растениях из вышеуказанных азуленов пока ещё ни один не найден. В данном случае исследователи, по-видимому, встречаются с теми же трудностями, какие имеются при попытках обнаружить в растениях бензол или нафталин (найлены только их относительно сложные производные).

Успехи в синтезе простейших азуленов поставили задачу синтеза азуленов, полученных из эфирных масел. Первый и пока единственный случай искусственного получения природных азуленов (именно ветивазулена) был осуществлён Пфау и Платтнером в 1939 г. Схематически ход синтеза представляется в следующем виде.

Исходным продуктом для синтеза явился 2,5-диметилбензилхлорид I, полученный из *p*-ксилола при воздействии на него формальдегида и HCl (аналогично синтезу Фриделя-Крафтса). Конденсация выделенного бензилхлорида с изопропил-малоновым эфиром привела к образованию 2,5-диметил-изопропилгидрокориичной кислоты (III), хлорид которой с помощью хлористого алюминия был циклизирован в 2-изопропил-4,7-диметил-инданон (IV). Кетон был восстановлен по Клеменсену и получен 2-изопропил-4,7-диметилиндан (V), последний продукт был сконденсирован с диазоуксусным эфиром. Продукт конденсации был перегнан, омылен, дегидрирован

и декарбоксилирован и в результате был получен красно-фиолетовый ветивазулен (VI) со свойствами: т. пл. 32—33°; пикрат т. пл. 121.5—122°; тротилат 80.5—81°, тринитробензолат 149—150°. Синтетический ветивазулен ничем не отличался от природного ветивазулена, выделенного дегидрированием высококипящей фракции ветиверового масла из корней злака ветиверии, схему синтеза см. на стр. 30.

В отношении изучения других природных азуленов пока достигнуты менее значительные успехи, Ценные данные получены при исследовании структуры гвайазулена. Стало известно, что гвайазулен имеет 2 метильные группы в положении 1,4. Положение изопропильной группы у гвайазулена пока неясно. Предположительная структура дана ниже:

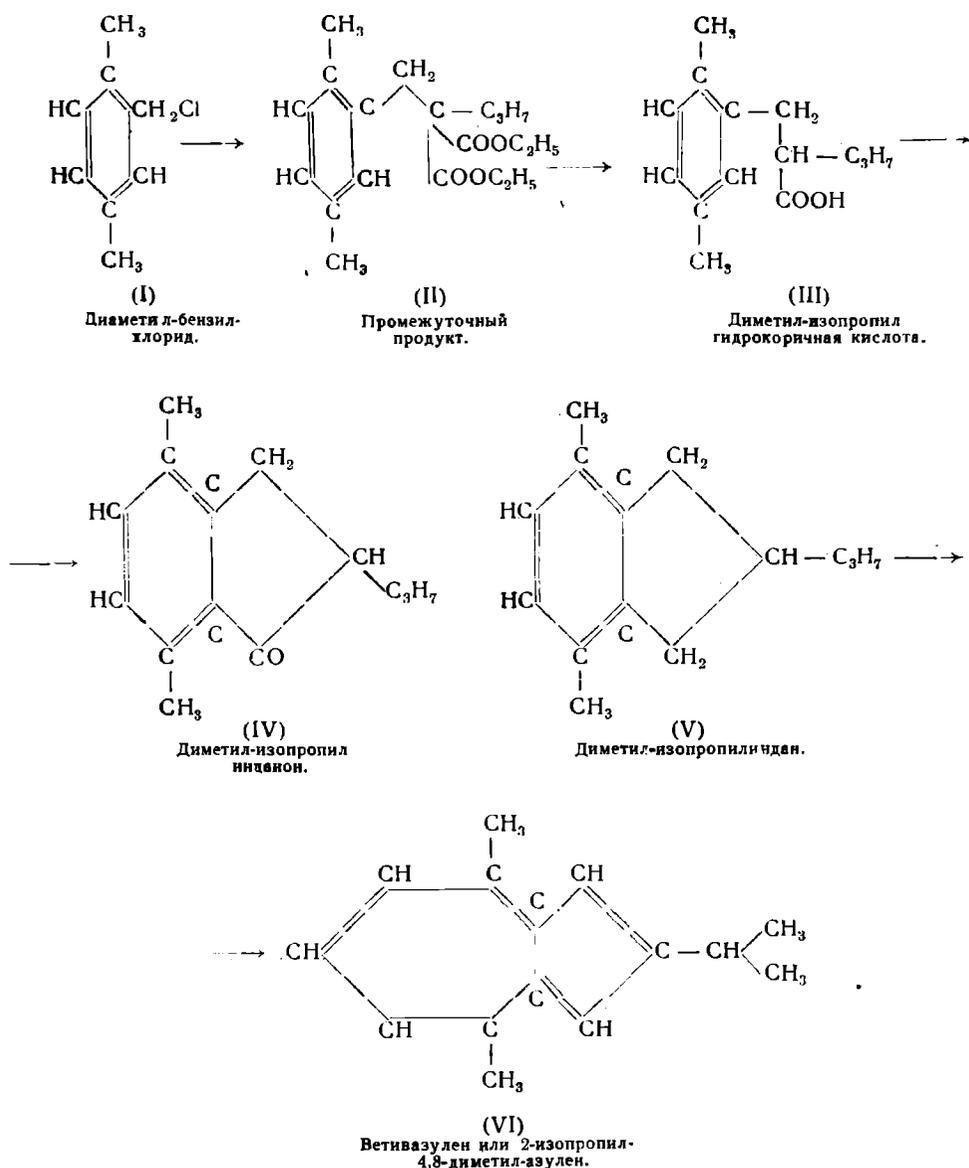


Вероятная структурная формула гвайазулена (по Пфау и Платтнеру).

Так как гвайазулен синего цвета, а ветивазулен красно-фиолетового, а возникает вопрос о влиянии положения замещающих групп (метильных и изопропильной) на окраску соединений азуленового ряда. Работы по изучению влияния замещения на характер абсорбционного спектра и цвет азулена начата Платтнером<sup>1</sup> и в последнее время продолжается Платтнером и Фюрстом, например с 2-этилазуленом и 1,3,4,8-тетраметилазуленом. Работы в общем подтверждают, что окраска азуленов обуславливается сочетанием 5- и 7-членных циклов в бициклической системе с пятью конъюгированными двойными связями. Однако при этом известное влияние на окраску оказывает и положение замещающих групп, а возможно, и их характер [47, 48].

<sup>1</sup> Pl. A. Plattner. Helv. Chim. Acta, v. XXIV 283 E, 1941.

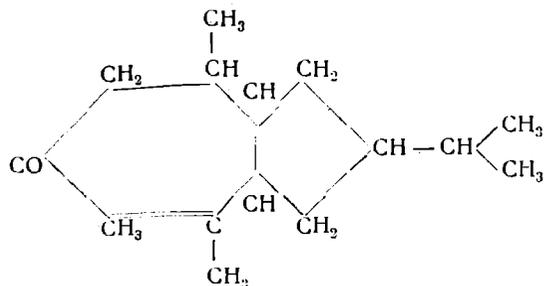
Схема синтеза ветивазулена (по Пафу и Платтнеру)



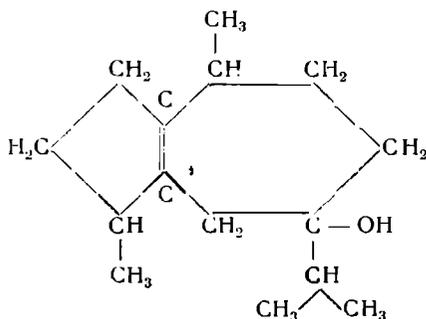
О структуре других природных азуленов (хамазулен и пр.) известно мало. Успехи по синтезу ветивазулена позволяют рассчитывать, что в ближайшее время будет и здесь прогресс в нашем познании, а это даст возможность перейти к более сложным вопросам структуры и синтеза производных азуленов (спиртов, кетонов и т. д.).

В начале статьи было указано, что азулены в природе сами по себе

встречаются реже, чем их гидрированные и кислородные производные. Последние найдены в большом количестве видов растений, но в большинстве своём эти вещества в структурном отношении изучены слабо. Только недавно в значительной степени разъяснена структура кетона  $\beta$ -ветивона состава  $C_{15}H_{22}O$  из ветиверового масла. В основе  $\beta$ -ветивона лежит углеродный скелет ветивазулена.

Структура β-ветивон<sup>1</sup>.

Изучавшиеся спирты — гвайол и шаирол — имеют углеродный скелет азуленов, но пока неизвестно точное положение спиртовой группы, двойной связи (спирты с одной двойной связью) и точно неизвестно положение замещающих групп (изопропильной, а в шаироле и метильных).



Одна из вероятных структурных формул гвайола.

Большая часть остальных кислородных производных азуленов или не начата изучением, или изучена еще очень слабо.

Подводя итоги исследованиям структуры веществ, обладающих углеродным скелетом азуленов, следует заметить, что благодаря участию крупных химиков-органиков (Ружичка и, особенно, Платтнер и умерший Пфау), сделаны огромные успехи в выяснении природы азуленов. В последнее время и у нас в СССР были сделаны, делаются и предпринимаются работы как связанные с проблемой изучения углеводов, спиртов и других веществ азуленового ряда, так и с выяснением возможностей их использования.

### Возможности использования веществ с углеродным скелетом азуленов

В настоящее время трудно предвидеть значение для будущего веществ азуленового ряда. Имеющиеся данные говорят о том, что некоторые вещества этого ряда могут быть ценными для парфюмерных целей, например, ветиверовое масло, добываемое в значительном количестве из корневищ растения *Vetiveria zizanioides* Stapf, произрастающего в Бразилии, на Яве, Суматре, Филиппинах и т. д.

Опыты проф. Е. Сандвика [12], проведенные в XIX в. со спиртом ледолом (в основе которого азуленовый углеродный скелет), показали, что это вещество является ядом для нервной системы. Далее, принадлежность азуленовых веществ к структурно-химическим изомерам нафталинового ряда позволяет рассчитывать на их использование в производстве красителей. Таким образом, намечаются линии применения: парфюмерия, медицина, красители. Знание особенностей азуленов и их гидрированных форм может оказаться полезным при постановке биохимических и физиологических опытов по изучению превращений веществ в растениях.

В заключение можно отметить, что систематической работы по изучению и объяснению токсичности азуленов и их производных, а также изучению их вероятной терапевтической ценности, что предлагал сделать Кермерс еще в 1923 г., пока не проведено. Сырьевые возможности веществ с азуленовым скелетом в СССР значительны, достаточно сказать, что при термическом распаде смолы *Ferula pyramidata* можно получить примерно 40% (от использованной смолы) веществ азуленового ряда.

### Литература

- [1] Н. П. Кирьялов. Журн. общ. хим., XIII, 3, 145, 1943. — [2] Н. П. Кирьялов. Сов. ботаника, XIII, 3, 47, 1945. — [3] V. Asahina, S. Nakaniishi. Chem. Zib. 1, 2461, 1932. — [4] Augspurger. Science, 5, 42, 100, 1915. — [5] F. Beilstein. Kupfer. Ann. d. Chem., 170, 290, 1873. — [6] K. S. Birrel. Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 1248, 1934. — [7] K. S. Bir-

- rel. Journ. Amer. Chem. Soc., 57, 893, 1935. — [8] G. Comppa. Chem. Zib. 11, 3122, 1933. — [9] E. Gildemeister u. Fr. Hoffmann. Die Atherischen Öle, Leipzig, I, 411, 1928. — [10] W. Hentzschel, I. Wislicenus. Ann. d. Chem. 275, 312, 1893. — [11] I. Herzenberg, S. R u h e m a n n. Ber. 58, 3249, 1925. — [12] E. Hyeit. Ber. 28, 3087, 1895. — [13] J. Kachler. Ber. 4, 36, 1871. — [14] H. Kondo, S. Yamaguch. Soc., 116, 192, 1919. — [15] E. Kremers. Journ. Amer. Chem. Soc. 45, 717, 1923. — [16] J. Melville. Journ. Amer. Chem. Soc., 55, 2462, 1933. — [17] J. Melville. Journ. Amer. Chem. Soc., 55, 3288, 1933. — [18] P. Mössmer. Ann. d. Chem., 119, 257, 1861. — [19] E. Perrottet., W. Taub, E. Briner. Helv. XXIII, 1260, 1940; — [20] J. Piesse. Compt. rend., 57, 1016, 1863-320, 1864. — [21] A. St. Pfau, Pl. A. Plattner. Helv. XIX, 858, 1936. — [22] A. St. Pfau, Pl. A. Plattner. Helv. XXII, 202, 1939. — [23] A. St. Pfau, Pl. A. Plattner. Helv. XXIII, 768, 1940. — [24] Pl. A. Plattner, A. St. Pfau, Helv. XX, 224, 1937. — [25] Pl. A. Plattner. Helv. XXIV, 283 E, 1941. — [26] Pl. A. Plattner, L. Lemay. Helv. XXIII, 897, 1940. — [27] Pl. A. Plattner, G. Magyar. Helv. XXV, 581, 1942. — [28] Pl. A. Plattner, A. Fürst. Helv. XXVIII, 1636, 1945. — [29] Pl. A. Plattner, A. Fürst, H. Schmid. Helv. XXVIII, 1647, 1945. — [30] Pl. A. Plattner, H. Roniger. Helv. XXV, 590, 1942. — [31] Pl. A. Plattner, J. Wyss. Helv. XXIII, 907, 1940. — [32] Pl. A. Plattner, J. Wyss. Helv. XXIV, 483, 1941. — [33] Pl. A. Plattner, G. Magyar. Helv. XXIV, 191, 1941. — [34] L. Ruzicka, A. Rudolph. Helv. IX, 118, 1926. — [35] L. Ruzicka, A. J. Hagagensmit. Helv. XIV, 1104, 1931. — [36] S. Sabatay, H. Sabatay. Compt. rend. 199, 313, 1934. — [37] B. Saujiva Rao, K. S. Subramanian. Chem. Zib., I, 3728, 1935. — [38] Schläpfer, O. Stadler. Helv. IX, 195, 1926. — [39] F. W. Semmler. Atherische Öle. Leipzig. B. III, 200, 1906. — [40] F. W. Semmler, W. Jakubowicz. Ber. 47, 2252, 1914. — [41] A. E. Sherndal. Journ. Amer. Chem. Soc., 37, 1537, 1915. — [42] A. E. Sherndal. Journ. Amer. Chem. Soc., 37, 167, 1915. — [43] B. Susz. A. St. Pfau, Pl. A. Plattner. Helv. XX, 469, 1937. — [44] W. Treibs. Ber. 68, 1751, 1935. — [45] H. Wienhaus. Angew. Chem., 47, 45, 1931. — [46] H. Willstaedt. Ber. 69, 997, 1936; P. Karrer, H. Ruckstuhl und E. Zbienen. Helv. XXVIII, 1176, 1945. — [47] Th. Wagner-Jaureg, H. Arnold, F. Hüter, J. Schmidt. Ber. 74, 1522, 1941. — [48] Th. Wagner-Jaureg, H. Hippchen. Ber. 76, 694, 1943. — [49] Сводки на итальянском и немецком яз.: A. Müller; Gli Azuleni. Rivista Italiana, XXI, 11, 547, 1939; F. Hüter. Azulene. Die Deutsche parfumerie Zeitung, 1943 (no Chemical Abstracts, 13, 3411, 1944).

# АЭРОБНЫЙ СПОСОБ БРОЖЕНИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ<sup>1</sup>

Проф. И. А. МАКРИНОВ

Аэробный способ брожения, впервые опубликованный мной в 1940 г. [1, 2], привлёк к себе внимание как научных учреждений, наркоматов, так и различных хозяйственных предприятий. В виду поступивших ко мне запросов о возможности использования этого способа, я считаю полезным дать краткое описание результатов моих шестнадцатилетних работ по применению этого способа главным образом в сельском хозяйстве, отчасти и в промышленности. Полное руководство к применению этого способа подготовлено к печати.

Аэробный способ брожения — это новый способ, доселе неизвестный и нигде не применявшийся. Он является гораздо более совершенным по биохимизму и более активным по сравнению с современными способами проведения бактериальных процессов; он имеет глубоко оригинальные биохимические особенности и своеобразное техническое оформление.

Представление об этом новом способе брожения видно из следующего: до сих пор всякий бактериальный процесс проводится обязательно в жидкой среде и в сосуде — вне этих условий немислимо проведение ни одного (за исключением уксусно-кислого брожения) бактериального процесса. Но при этих условиях в среде почти при всяком бактериальном процессе неизбежно создаются неблагоприятные и угнетающие условия для возбудителей данного процесса вследствие образования ядовитых или, во всяком случае, вредных для микробов продуктов жизнедеятельности. Эти продукты жизнедеятельности не только понижают активность процесса,

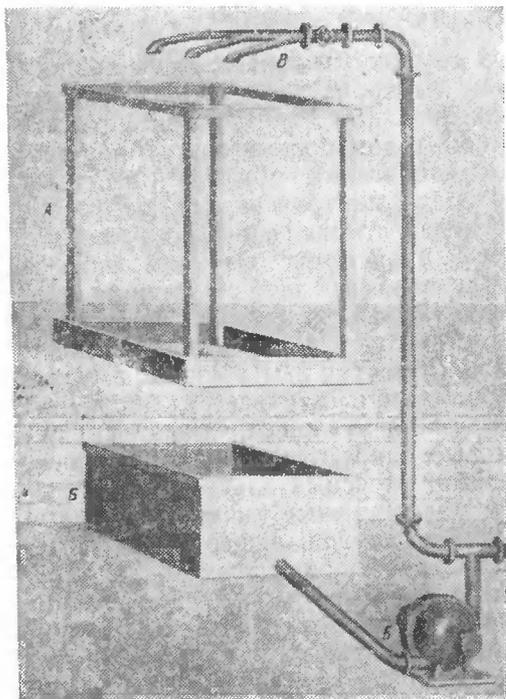
но и глубоко искажают самое воздействие микроба на данный продукт брожения. Для примера остановимся на спиртовом брожении, которое производится таким образом: питательная среда, нейтральная, подвергается в сосудах стерилизации, во время которой происходят реакции обмена между солями, солей с органическими соединениями и другие изменения. После заражения такой среды, которая по существу нам неизвестна после стерилизации, начинается брожение: образуются этиловый, амиловый, бутиловый спирты, глицерин, янтарная кислота, уксусный альдегид, простейшие одноосновные кислоты, сложные эфиры и другие вещества. Эти вещества действуют угнетающим образом на дрожжи, работающие теперь в кислой среде, отравленной продуктами их жизнедеятельности; вследствие этого дрожжи прекращают брожение, доведя количество спирта лишь до 16%, не переработав весь сахар.

Точно так же, например, при пектиновом брожении во время мочки льна образуются промежуточные продукты — масляная, уксусная, муравьиная, валериановая кислоты и другие продукты, вредно действующие на микробов мочки и на волокно, замедляя процесс, понижая крепость и цвет волокна. При этом необходимо отметить очень характерный момент — образование не менее вредных для микробов некоторых экстрактивных веществ из стеблей волокнистых растений, например дубильных, смолисто-маслянистых, каучукоподобных, пигментных и других, на которые микробы мочки в этих условиях почти не действуют. Таких примеров можно указать в современной микробиологии очень много. Подобные явления неблагоприятного или даже вредного

<sup>1</sup> Доклад в сельскохозяйственной секции Ленинградского Дома учёных 6 марта 1945 г.

влияния на действующую микрофлору процесса со стороны среды в большей или меньшей степени имеют почти все бактериальные процессы и потому почти все они являются искажёнными, неправильно протекающими; такие процессы мы называем «ненормальными».

Приведённые факты свидетельствуют о том, насколько ненормальны



Фиг. 1. Аппарат аэробного брожения.  
А — установка, Б — нижний бассейн, В — оросительный аппарат, б — насос.

современные методы и приёмы производства бактериальных процессов. Поэтому, естественно, возникают вопросы: каким образом можно проводить бактериальные процессы так, чтобы действующая в них микрофлора не испытывала вредного, угнетающего воздействия своих продуктов жизнедеятельности, также экстрактивных веществ, и других влияний? Чтобы процесс проходил от начала до конца при нейтральной реакции, благоприятной вообще для микробов? После продолжительных исследований нам удалось такие методы выработать. Из этих методов остановимся пока на одном, наиболее простом, дешёвом, доступном, главное, легко применимом в промышленности и сельском

хозяйстве. Он подвергнут мною тщательному исследованию.

Этот метод осуществляется на аппарате, изображённом на фиг. 1. Он имеет следующее устройство: на площадке сооружается установка, состоящая из четырёх столбов А, связанных сверху и внизу; под установкой имеется бассейн Б; над установкой — оросительный аппарат В. Обрабатываемый материал закладывается в установку между столбами: в него прибавляют минеральные соли для питания микробов (0.05—0.1% от веса материала) и соответствующие закваски. В нижний бассейн наливается вода, перекачиваемая насосом б в оросительный аппарат, откуда она мелкими струйками или дождём орошает материал, проходит сквозь него и собирается в нижнем бассейне, из него она вновь перекачивается в оросительный аппарат. Такая циркуляция, непрерывная или прерывистая — через определённые промежутки времени — происходит до конца процесса; предпочтительнее прерывистая циркуляция, так как она, без ущерба для процесса, сокращает работу насоса, по крайней мере, на 60—65%.

Как видно из описания, данный способ отличается простотой и доступностью, но он имеет своеобразный и сложный биохимизм, а именно:

1) Всякий процесс по этому способу протекает при нейтральной реакции, как раз наиболее благоприятной для жизнедеятельности микробов; эта реакция обуславливается широко доступном воздухе в рыхло сложенный материал и энергично идущими окислительными процессами. 2) В обрабатываемом материале поглощается, концентрируется, действующая микрофлора, а не рассеивается в обрабатываемой жидкости, как например при бассейной моче льна. 3) В обрабатываемой массе, как в теле коллоидальном, адсорбируются ферменты данного процесса. Таким образом, вся сила бактериального и ферментативного воздействия концентрируется на объекте брожения. 4) Обрабатываемый по этому способу материал обладает замечательной, так называемой «избирательной» способностью поглощать, задерживать нужные для

данного процесса вещества и выделять ненужные или вредные. 5) Процесс аэробного брожения является резко выраженным «специфическим» процессом, создающим благоприятные условия только для микробов данного процесса и отметающим постороннюю, ненужную микрофлору.

В совокупности, данным способом создаются максимально благоприятные условия для жизнедеятельности возбудителей проводимого процесса; такие условия в современной микробиологии не осуществляются ни для одного бактериального процесса. Такие процессы мы называем «нормальными», т. е. правильно протекающими.

Но помимо этих, совершенно исключительных, благоприятных для процесса условий, аэробный способ имеет ещё ряд значительных хозяйственных и производственных преимуществ, а именно:

1) Использование температуры воздуха, которую обрабатываемая жидкость приобретает, проходя через воздух; вследствие этого тёплый климат, тёплое время года или просто отапливаемое помещение совершенно достаточны для проведения процесса при повышенной температуре. 2) Незначительное количество воды при этом способе обуславливается её незагрязнённостью (отсутствием промежуточных продуктов): так, при моче льна по аэробному способу требуется воды в 3—4 раза меньше, чем при бассейной моче; точно так же и при других процессах. 3) Отсутствие антисанитарных явлений — дурного запаха, загрязнения обрабатываемой жидкости непребродившими продуктами жизнедеятельности. 4) Довольно значительная скорость процесса, например мочка волокнистых растений без подогрева почти равна тепловой моче [1, стр. 39, табл. 7]. 5) Простота, доступность и дешевизна оборудования и эксплуатации данного способа для различных процессов. 6) Независимость от условий климата и погоды, так как процесс можно проводить в помещении. 7) Высокое качество продукции и её стандартность. 8) Возможность применения данного способа в более значительном числе процессов и на большем количестве объек-

тов, например на моче некоторых растений, не поддающихся анаэробной моче (кендырь, кора ивы и др.), на биологической обработке торфа и растительных остатков на удобрение, на биологическом обогащении грубых кормов белком и др.

Из всего изложенного видно, что данный способ представляет собой совершенно новое явление: по своему биохимизму он создаёт весьма благоприятные условия для жизнедеятельности микробов — возбудителей данного процесса; он имеет значительные производственные и хозяйственные преимущества и научное теоретическое обоснование.

Этот способ был испытан и применён нами для разрешения важнейших очередных проблем сельского хозяйства и промышленности: 1) биологической мочки волокнистых растений, культурных и диких; 2) приготовления азотистых органических удобрений и почвенных прививок; 3) биологической обработки грубых кормов и др.

Для применения данного аэробного способа в моче волокнистых растений, необходимо было прежде всего изыскать аэробные возбудители мочки, которые почти неизвестны до последнего времени (за исключением *Bacillus comesi* Rossi, описанного очень кратко и неясно).

Нами был открыт и подробно описан ряд новых видов микробов-возбудителей пективного брожения, а именно: *Rectinobacter amylophilum* [3], *Bacillus cannabinus* [4], *Bacterium apocyni* и *Bacillus apocyni* [5]. Использование этих культур для заквасок дало при аэробном способе мочки волокнистых растений положительные результаты.

Технологический процесс мочки, например, льна по данному способу состоит из следующих операций: после непродолжительного орошения загруженного материала, если нужно, производится самонагревание в целях стерилизации его от плесеней и «грибков-черновиков» (эта операция в большинстве не нужна); затем мочка в течение 5—6 дней (при 18° С); после этого выгрузка и отжим с поливкой; затем отлёжка в течение 4 дней с однократным перемешива-

нием и сушка. Потом уборка на склад на 2—4 недели, затем окончательная обработка (промин и трепание).

Второй сельскохозяйственный процесс, на котором был применён метод аэробного брожения, — это приготовление азотистых органических удобрений. Этот процесс представляет в сельском хозяйстве значительные трудности и имеет огромное значение ввиду недостаточности органических удобрений и неприспособленности их по микрофлоре и составу к потребностям почвы: так, навоз, торф, компосты и др. не имеют аэробных азотфиксирующих микробов, наоборот, в них доминируют анаэробная микрофлора и продукты неполного распада.

В современной мировой литературе нет искусственных способов биологической обработки торфа на удобрение вследствие наличия в нём веществ, угнетающих и останавливающих жизнедеятельность микробов; поэтому удаление этих веществ из торфа является единственным средством добиться его рациональной биологической обработки. Эту задачу наилучшим образом выполняет аэробный способ, благодаря его замечательной «избирательной» способности вымывать, удалять вещества, ненужные для процесса, и задерживать полезные. Это удаление вредных веществ из торфа осуществляется не только механическим током воды, но и своеобразным биологическим отбором нужных, полезных веществ, потребляемых действующей микрофлорой целлюлозных и азотфиксирующих бактерий.

Эти работы по биологической обработке аэробным способом торфа и растительных остатков на удобрение дали следующие результаты:

1. Обильное размножение целлюлозных и азотфиксирующих бактерий — размножение *Azotobacter* в пределах 120—300 млн на 1 г сухого торфа [7, 9, 12].

2. Увеличение содержания азота в пределах 0.16—0.22%, а при хранении — до 0.5—1.0% [11, 12]; причём в обрабатываемой жидкости содержатся ещё большие количества азота. Также анализами было показано, что увеличение содержания азота в торфе происходит не только вследствие траты

его органического вещества, но и фиксации азота из воздуха [11].

3. Размножение, активизация основных, главнейших групп почвенных микробов, обуславливающих её плодородие (аммонифицирующих, нитрифицирующих, гидролиза мочевины, целлюлозных и др.) [9].

4. Накопление азота в форме легко усвояемых соединений: аммиака, свободного и поглощённого, нитратов и др. [11]. Этот торф мы называем «биоазотированным».

5. Разложение трудно усвояемых растением составных частей торфа и превращение их в легко усвояемые, а именно: уменьшение клетчатки на 8.18%, гемицеллюлозы — в 2.3 раза, гуминовой кислоты — в 2.4 раза, битумов — в 1.7 раза: за счёт распада этих продуктов и происходит размножение азотфиксирующих микробов [11].

6. В растительных остатках происходит также обильное размножение азотфиксирующих микробов — *Azotobacter* до 1 млрд на 1 г высушенного, обработанного материала [8, 10].

7. Увеличение содержания азота до 1% [8, 10]. Эти «биоазотированные» растительные остатки и «биоазотированный» торф представляют новый тип удобрения — аэробные органические азотистые удобрения — в противоположность современным анаэробным (навоз, торф, компосты и др.).

8. Уменьшение клетчатки на 50%; по анатомическому и микрохимическому исследованию — полное исчезновение чистой клетчатки, т. е. тканей, окрашивающихся от  $ClZnI$  в синефиолетовый цвет, и частичный распад древесины — по реакции Мойле.

9. Вымывание, удаление из растений тёмных, буроокрашенных веществ (смолистых, маслянистых, дубильных, воскообразных, каучукоподобных и др.), что очень важно и в кормовых целях [8, 10].

При испытании влияния обработанного торфа на развитие растений и накопление азота в них в вегетационных сосудах в простой синтетической среде (песок, глина), т. е. в условиях точного эксперимента, выявлены замечательные результаты.

Так, биоазотированный торф в дозе 3% повысил урожай на 6.5%

(134.8 против 128.5 с селитрой), в дозе 6% повысил урожай на 40.3% (против контроля с селитрой) и в дозе 12% повысил урожай на 128.6% (против контроля с селитрой) [15].

Ещё более важным и интересным оказалось влияние биоазотированного торфа не только на повышение урожая, но и на увеличение содержания азота в последнем. Так, биоазотированный торф в дозе 3% повысил урожай на 15%, а содержание азота в нём на 109%, а в дозе 6% такой торф повысил урожай на 35%, а содержание азота на 120.63% [15].

В опытах на полевых делянках биоазотированный торф в одном случае дал повышение урожая на 56.9% по зерну и на 34% по соломе, в другом — по зерну до 40%, а по соломе до 20%. В опытах на полевых делянках с пшеницей биоазотированный торф дал повышение урожая, сравнительно с контролем, на 47.7% по зерну и на 35.5% по соломе [16, 23].

Приготовление азотистых органических удобрений из торфа и растительных остатков аэробным способом при действии азотфиксирующих микробов даёт возможность обосновать производительность почвы на азотфиксирующем процессе — в противоположность современному азотистому минеральным и органическим удобрениям — и приводит к глубокой реорганизации производственного процесса в сельском хозяйстве. Эти положения подробно развиты в указанном в начале статьи руководстве по применению аэробного способа в сельском хозяйстве.

В отношении обработки грубых кормов аэробный способ даёт впервые возможность обогащения их белком за счёт распада клетчатки и древесины под влиянием целлюлозных бактерий и грибов; на продуктах этого распада и размножаются азотфиксирующие бактерии, черпающие своё азотистое питание из воздуха: так, количество клеток *Azotobacter* доходило до 1.4 млрд на 1 г сухой соломы, а содержание азота повысилось почти на 1% — (с 0.5% до 1.47%), содержание белков доходит до 8—8.4%, при этом чистая клетчатка, как показали анатомические и микробиологические

анализы, была разрушена нацело, а сырая клетчатка (древесина) была разрушена на 16.8—50% [13]. Так как в закваску введены жировые дрожжи, то в обработанной соломе содержание жира повысилось до 2—2.5% [13].

Последние опыты, производившиеся при улучшенном технологическом процессе, обнаружили ещё более интенсивное размножение *Azotobacter* и повышение содержания азота до 1.8—2.0%, т. е. содержание белков до 10.5—12.5%, при энергичном разрушении чистой клетчатки и древесины [17]. Испытание этого корма на кроликах дало положительные результаты [16].

Большой интерес представляет аэробная обработка целлюлозных отходов бумажного производства с кормовыми целями, производившаяся нами по заданию ЦНИИБ (Центральный н.-и. институт бумаги, Краснокамский бумкомбинат). Эти целлюлозные отходы представляют собой чистую клетчатку (97%) и лигнин (2.5—3%). На волокнах целлюлозы обильно размножаются целлюлозные бактерии и *Azotobacter* в виде мощных слизистых колоний, впоследствии распадающихся, и отдельные слизистые клетки. Количество азота доходит при 30°C до 2.8—3%, т. е. количество белков — до 16—18%.

Несомненно, что и другие отходы бумажного производства наиболее эффективно будут перерабатываться именно аэробным способом, например, нами начаты работы по приготовлению кормовых дрожжей на сульфитных щёлочах [17].

Обработка навоза аэробным способом при действии целлюлозных и азотфиксирующих микробов имеет задачей удаление ненужной или даже вредной и весьма обильной анаэробной микрофлоры навоза, являющейся виновником разрушительной работы при его хранении. Замена этой микрофлоры аэробными нитрифицирующими, целлюлозными и азотфиксирующими бактериями значительно умеряет, сокращает трату органического вещества и потери азота и способствует его увеличению при хранении [18].

Стоимость обработки торфа, подлежащейся 6—8 дней, в течение

которых насос работает с перерывами только 66 часов, зависит, главным образом, от расхода на электроэнергию. Но и этот расход значительно снижается ввиду возможности, как показали опыты, применения обработанного торфа в смеси с необработанным в отношении 1:1:2 при эффективности, равной селитре в первый год посева и значительно её превосходящей во второй год. Смесь эта вносится в почву из расчёта содержания азота в необработанном торфе, например, при 0,5% N — в количестве 6—9 т/га. Действие этого удобрения в течение 2—3 лет ещё более снижает его стоимость.

Аэробный способ имеет весьма большое значение для приготовления почвенных прививок, являющихся мощным фактором поднятия производительности почвы при условии их правильного приготовления и применения, чего нет в настоящее время. Проблема почвенных прививок, впервые предложенных за границей, у нас в СССР была разработана автором этих строк в специальной монографии, в которой даны научное и теоретическое обоснование и способы применения почвенных прививок для бобовых [19]. На основе выводов этой работы были организованы в 1915 г. опыты, давшие положительные результаты в государственном масштабе [20]. После этого нами были выработаны почвенные прививки для злаков в 1917 г. [21] и дано им теоретическое обоснование в специальной монографии [22]. К сожалению, в последние 15—20 лет в приготовлении и применении почвенных прививок, принявших в СССР весьма широкое применение на сотнях тысяч и миллионах га, были допущены серьёзные ошибки, значительно снизившие их эффективность.

Из приведённого краткого описания результатов применения аэробного способа видно, что он вводит коренные изменения в производство основных важнейших процессов сельского хозяйства и промышленности и даёт принципиально новые формы производства таких сложных и трудоёмких процессов, как мочка волокнистых растений, приготовление азо-

тистых органических удобрений, биологическое обогащение грубых кормов белком, приготовление почвенных прививок и др. Эти производства можно осуществлять весьма эффективно аэробным способом на установке простой, дешёвой и вполне доступной колхозам и совхозам при значительном упрощении и удешевлении всей техники сельскохозяйственного производства, при максимальной независимости от погоды и климата в любое время года. Такое производство, строго механизированное, подчиняющееся заранее установленным календарным срокам, сообщило бы нашим колхозам и совхозам характер индустриальных предприятий.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] И. А. Макринов. Биологич. мацерация растит. тканей. Изд. АН, 1941.— [2] Он же. Свойства аэробн. способа брожения... Природа, № 9, 1940.— [3] Он же. Новый вид микроба... Архив биолог. наук, т. XVII, 1915 и т. XXXII, 1932.— [4] Он же. Возбудитель пектин. брожения... Ibid., т. XXVIII, 1928.— [5] Он же. Проблемы биолог. мочки кендыря. Ibid.— [6] Он же. Отчёт Наркомзему СССР об испыт. аэробн. способа мочки льна в ВНИИЛ. Рукопись, 1941.— [7] Он же. К биохимизму и биодинамике разложения торфа. Архив биолог. наук, т. XXX, в. II и III, 1930.— [8] Он же. Размножение Azotobacter... Ibid., т. XXXIII, в. 3—4, 1933.— [9] Он же. Ueber der Zersetzung des Toles unter aeroben Bedingungen. Zentralbl. f. Bacter. 2, Bd. 89, 1933.— [10] Он же. Die biolog. Bearbeitung von der Pflanzenresten. Zentralbl. f. Bacter. 2, Bd. 90, 1934; Bd. 92, 1935; Bd. 95, 1936.— [11] Он же. Химич. превращения в торфе... Природа, № 7, 1937.— [12] Он же. Механизм размножения Azotobacter... Ibid., 3, 1938.— [13] Он же. О накоплении белка и жира... Сов. ботаника, № 6, 1934.— [14] Он же. Задачи и методы биологич. и технологич. обработки растит. сырья. Природа, № 3, 1938.— [15] Он же. Влияние биазотированного торфа... Природа, № 8, 1937.— [16] Он же. Отчёт Комбикормовому тресту. Рукопись, 1935.— [17] Он же. Биологич. обогащение грубых кормов и целлюлозы белком (Отчёт ЦНИИБ), 1942.— [18] Он же. Diebiolog. Bearb. der Dúngung. Zentralbl. f. Bacter., 2, 96, 1936.— [19] Он же. Бактериальные землеудобрит. препараты и их практич. применение. Отд. изд. П., 1915.— [20] Он же. Результаты примен. бактер. землеудобр. препаратов в опытах 1915 г. Отд. изд. П., 1916.— [21] Он же. Схема опытов применения бактер. землеудобр. препаратов для бобовых и злаков, П., 1917.— [22] И. А. Макринов и Б. В. Троицкий. Исползов. микробов для поднятия производит. почвы. Сельхозгиз, Л., 1931.— [23] Д. Д. Ромашенков. Влияние торф. удобр. в продвиж. пшеницы на Север. Природа, № 2, 1938.

# РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ИРАНА И ИХ ИЗУЧЕНИЕ

Проф. Б. А. ФЕДЧЕНКО

Заслуженный деятель науки

С глубокой древности природа Ирана, в особенности растительный мир его, привлекали к себе внимание европейских учёных; упомянем о ботанике Теофрасте (IV в. до н. э.), использовавшем достижения похода Александра Македонского; в средние века и в последующие за ними годы целый ряд путешественников привозил из Ирана новые растительные продукты, обогащавшие не только ботаническую науку, но и фармакогнозию новыми лечебными средствами. Много положили труда учёные разных стран, в том числе немало русских и современных советских учёных, на изучение Ирана. Пришло время более детальных, планомерных, специализированных исследований Ирана, соседнего с нашим Союзом и дружественного нам государства. Для производства таких исследований, во избежание излишнего повторения, необходимо составление сводки всего сделанного раньше. Такая работа мною выполнена за последние два года<sup>1</sup> и будет опубликована.

## Орография Ирана

Иран представляет собою в основном горную страну, потому, характеризуя природу Ирана, мы должны, прежде всего, обратить внимание на его геоморфологию и орографию. Расположение горных хребтов и изменений, их взаимоотношения в продолжение различных геологических периодов, — вот что наложило отпечаток на современное развитие расти-

<sup>1</sup> Обзор флоры Ирана с указанием растений, полезных и вредных (рукопись, 50 печатных листов). — Ботаническая библиография Ирана (рукопись, 550 карточек, с аннотациями). — Ботанические маршруты по Ирану (рукопись с картами маршрутов свыше 120 исследователей).

тельного покрова и его распределение по территории Ирана.

Геологи-географы различают на территории Ирана следующие четыре основные горные группы:

- 1) северные окраинные горы;
- 2) южные окраинные горы;
- 3) средне-персидские горы;
- 4) восточно-персидские горы.

1. Северные окраинные горы, поднимаясь отдельными вершинами выше 5600 м (Демавенд, 5671 м), являются сначала непосредственным продолжением кавказских гор; отклоняясь затем несколько к югу, обходя Каспийское море; далее северные окраинные горы, образующие здесь хребет Эльбурс, соединяются с Туркмено-Хорасанскими горами, достигающими в вершине Биналуг 3150 м, и продолжают в Афганистане, сливаясь там с Гиндукушем.

2. Южные окраинные горы начинаются на северо-западе, около вершины Арарат (около стыка границ Ирана, СССР и Турции), идут далее на юг и только в южном Курдистане, в районе гор Загрос, принимают направление ССЗ — ЮЮВ, с тем, чтобы в дальнейшем, примерно на 64° в. д. принять направление совершенно З — В и, таким образом, уже вне пределов Ирана соединиться с отрогами Гиндукуша. Наиболее известными вершинами этих гор являются Эльвенд (Альвенд, 3750 м), Кудинар (4275 м), у ботаников более известная под именем Ку-даэна (Кочи).

3. Средне-персидские горы начинаются в провинции Азербайджан от вершины Сахенд (3547 м), идут в направлении СЗ — ЮВ и на восточной окраине Ирана сливаются с южными окраинными и восточно-персидскими горами.

4. Восточно-персидские горы распо-

ложены в почти пограничной с Афганистаном и Британским Белуджистаном области Ирана, от Мешхеда на севере, в направлении ССЗ—ЮЮВ к Чахбару на побережье Оманского залива.

Веерообразно расходящиеся горные хребты выделяют ряд равнинных районов, образующих в восточной части Ирана, на высотах от 700 м и ниже, две наиболее значительные равнинные области с пустынным характером, по своему происхождению тесно связанные с горными областями в их геологическом прошлом. Это две так называемые Великие пустыни — Дешт-икевир и Дешт-и-лут. Первая представляет обширное солончаковое пространство, расположенное к юго-востоку от Тегерана. По описаниям путешественников, например последнего исследователя указанных мест Габриэля, это наиболее безжизненная пустыня на свете. Вторая Великая пустыня, Дешт-и-лут, расположена к югу от предыдущей. Здесь господствуют движущиеся пески, перемежающиеся с каменистыми пространствами и со скалами.

На крайнем юго-востоке Ирана расположена котловина Сеистан на высоте около 450 м над уровнем моря. Будучи хорошо орошен искусственными арыками, Сеистан является житницей Ирана.

### Геологическое прошлое

Геологическое прошлое Ирана богато различными переворотами, которые имели и имеют существенное влияние на распределение растительного покрова, с одной стороны, уничтожая существовавший растительный мир на том или ином из участков страны, с другой стороны создавая для него новые территории, быстро заселяющиеся растениями.

Геологи отмечают в палеозое два орогенетических периода и устанавливают, что уже в силуре первое поднятие привело к образованию материка в некоторых частях территории современного Ирана. В нашу задачу не входит описание всех постепенных перемен суши и морей, и мы упомянем лишь о главнейших и наиболее

выясненных моментах истории развития растительности Ирана. Существеннейшие данные имеются о растительности ретийского периода (верхний триас), благодаря обилию ископаемых остатков, собранных рядом экспедиций, начиная с экспедиции Русского географического общества 1859 г. под начальством Ханыкова, впоследствии пополненных другими коллекторами.

Ретийская флора Эльбурса дошла до нас в отпечатках 38 растительных видов исключительно тропической флоры, в том числе 11 видов саговниковых (*Cycadaceae*), 6 хвойных, в том числе гинкго, паллиссия и др. В нижнем миоцене большая часть страны была занята морем Тетис, которое уходило далеко за пределы Ирана. Там и сям возвышались, однако, в виде отдельных горных массивов, оазисы с сохранявшейся на них растительностью. В середине миоценового периода начинается в Иране общее поднятие страны, отдельные морские бассейны изолируются, и начинается усыхание климата, а соответственно и изменение растительности. Среди остатков миоценовой флоры заслуживают упоминания лигниты и обугленные остатки древесины хвойных деревьев, находящиеся к востоку от Тавриза и близ сел. Ливар (Ливан) в Азербайджане.

Огромный научный интерес представляют ископаемые остатки из плиоцена, правда, только животных, находимые в округе Марага (Азербайджан) и близ оз. Урмия. Во время нижнего плиоцена здесь, от Тавриза до Урмии, изобиловали крупные млекопитающие — слоны, носороги, гиппарионы, олени, трагоцерасы и другие крупные животные, для существования которых очевидно имелось большое количество растительной ниши.

В начале постплиоцена последовали в широком масштабе новые орогенетические процессы, сопровождавшиеся извержениями базальта и лавы прежним орогенетическим линиям; это привело к изменению направления течения ряда больших рек — Аракса, Кизыл-узеня и др., а также к изменению условий водного режима на пониженных территориях Восточного Ирана.

Последним мощным геологическим фактором, влияющим на распределение растительного покрова, является ледниковый период. В Иране ледники не имели широкого развития, но тем не менее геологи признают, что ледники в более высоких горных зонах были развиты в больших размерах, чем в современный период, и климат был в то время более влажным и более холодным, количество осадков было значительно больше. Всё это вызывало усиленную деятельность рек, эрозию гор, вынос детрита и образование в подгорных районах и в пониженных областях мелкосортированного материала, который под влиянием ветров превращался в песчаные дюны и в лёссовые холмы, а под влиянием нагревания солнцем и усиленного испарения — в солончаковые болотные образования, которые мы и наблюдаем в современный период.

### Климат

В связи с рельефом Ирана находится и климат страны, играющий столь важную роль в распределении растительного покрова. В общем и целом можно сказать, что климат Ирана является резко континентальным, с жарким летом и прохладной, сильно ветреной зимой.

Условия погоды, в частности выпадение осадков, в сильнейшей степени зависят от воздушных течений, которые зимой, направляясь с запада, частично достигают Иранского нагорья и там вызывают дожди, а попадая в Хорасан и сталкиваясь с холодными массами центральноазиатского антициклона, вызывают снег и значительные морозы. Летом в Иран заходят циклоны, идущие из Индии и Афганистана, содержащие много влаги и вызывающие дожди иногда даже в Исфагани, Тегеране и Мешхеде. Бывают и сухие воздушные массы, проникающие в Иран с юга.

Осадки в Иране распределены весьма неравномерно. Наиболее богаты осадками северные склоны Эльбурса, задерживающие движение влажных воздушных потоков с Каспийского моря. Здесь годовое количество осадков доходит до 1300 мм. В Цент-

ральном Иране количество осадков не превышает 300 мм (Тегеран.— 284 мм), что объясняется задерживающим действием северных окраинных хребтов; так, в Мешхеде выпадает в год всего 58 мм, а в Исфагани даже только 28 мм, и лишь на побережье Персидского и Оманского заливов количество осадков вновь поднимается и доходит до 130 мм. В связи с количеством осадков стоит и относительная влажность воздуха: 71% в Бушире на берегах Персидского залива, в Исфагани летом 7%, а в пустыне Дешти-и-лут всего 2%. Температурные условия, разумеется, также играют большую роль. В прикаспийских районах средняя температура января составляет 11°, июля 26°. Неудивительно, что здесь в декабре — январе цветут подснежники, на что обратил внимание ещё Габлитцль (1773).

Ещё более высокие температуры (январь 14.5°, июль 37.5°) имеют место на нижнем течении реки Шат-ель-араб. На побережье Персидского и Оманского заливов температура несколько ниже, количество осадков слишком вдвое меньше, но тем не менее и здесь встречаются представители не только субтропической, но даже и тропической флоры.

В более внутренних частях Ирана обычны значительно менее высокие температуры и очень малое количество осадков. Благодаря наличию пустынного климата, здесь развита типичная пустынная растительность, которая весной разнообразится богатой травянистой растительностью там, где выпадают обильные весенние дожди.

### Административное деление

При изучении растительного покрова и характеристике его распределения, хотя бы при первоначальной обработке материала, было бы удобно пользоваться наименованиями тех административных районов и областей, на которые распределяется сейчас территория Ирана. Однако, этого делать не приходится по следующим причинам.

Административное деление Ирана так часто менялось за последнее столетие, что все привычные для нас

названия провинций, которые имеются на гербарных этикетках и в отчётах прежних исследователей, совершенно не соответствуют современному положению. Если мы обратимся к мировым энциклопедическим словарям — Британской энциклопедии, Большой Советской, Французской — Ларусс, Брокгауз, вышедшим в XX в., то в каждом из них увидим своё деление, не похожее на все прочие, и к тому же нигде не увидим хотя бы приблизительно нанесённых границ провинций и районов, до такой степени быстро менялось административное деление. На карте советского издания, вышедшей в свет в 1939 г., никакие районы не обозначены. К вышедшей в 1940 г. книжке доц. Рудных «Иран» (Воениздат) приложены две небольшие схематические карточки с грубым указанием границ областей и областных городов как по административному делению 1937 г. — 23 области, так и более новому (после 1937 г.) — 8 «астанов». Я слышал, впрочем, что это последнее деление мало где вошло в жизнь.

### Исследователи флоры Ирана

Изучение растительности Ирана можно разделить на три периода. Первый период — это поступление отрывочных указаний о некоторых растениях Ирана, поразивших путешественников своей оригинальностью или полезностью для человека. Особенно много дали в этом отношении походы Александра Македонского (4 в. до н. э.), открывшие перед европейцами новый мир. Только в XVIII столетии видим мы в Иране исследователей-ботаников (Шобер, Лерхе, Гмелин, Габлицль), но лишь XIX в. можно считать за начало действительного изучения флоры Ирана. В 1828 г. состоялась экспедиция русского ботаника-аптекаря И. О. Шовица, который в течение двух лет изучал растительность северо-восточного Ирана и прилегающих частей Закавказья и собрал основной гербарный материал по флоре названных районов. За Шовицем последовал француз Оше, австриец Кочи, русские Бузе и Бунге, охватившие всю территорию Ирана.

Новейший период начинается

с 1867—1884 гг., когда вышла в свет «Флора Востока» Буассье, и дальнейшее изучение иранской флоры могло идти уже на основе проведённой Буассье обработки растительности всего Востока.

В общем, в деле изучения флоры Ирана потрудились учёные различных национальностей — английские, французские, итальянские, чехословацкие, испанские, австрийские, немецкие, но одно из наиболее видных мест принадлежит нашим русским учёным.

Однако, флора Ирана изучена ещё далеко недостаточно, и необходима планомерная организация дальнейших экспедиций в Иран. Убедившись в необходимости продолжения и углубления исследований флоры Ирана, я уже в 1914 г. поручил одному из своих сотрудников, ныне здравствующему ботанику А. И. Михельсону, произвести ботаническое обследование центральной части Астрабадской провинции; в 1916 г. участнице моей Туркменской экспедиции Е. Г. Черняковской мной было поручено произвести исследование на северо-востоке той же Астрабадской провинции; в дальнейшие годы Е. Г. Черняковской была предоставлена возможность ещё три раза побывать в Иране, продолжить свои маршруты на юг до Сеистана. Лично мне пришлось вместе с П. С. Массажетовым и Е. Г. Бобровым охватить горные районы Ирана, пограничные с советским Туркменистаном. Накопившиеся обширные новые материалы, в связи с имевшимися ранее, мы с Е. Г. Черняковской начали обрабатывать вместе и даже напечатали первый лист совместной работы «Флора Астрабадской провинции» (1920). После безвременной смерти Е. Г. Черняковской (1942) я приступил к сводной работе по флоре Ирана совершенно заново и самостоятельно. Дальнейшие и очень важные шаги в этом отношении сделаны в последние годы Советским Правительством. Так, за последние годы в Иране, а также и в смежных странах — Аравии и Индии, работал известный натуралист Н. С. Щербиновский, имевший основное задание по изучению саранчи и борьбе с ней, но попутно собравший ценную бота-

ническую коллекцию из наименее изученных областей Южного Ирана. В Северном Иране работал профессор М. П. Петров, собравший обширную коллекцию растений в Хорасане, а также большие материалы по хозяйственному использованию растительности.

### Библиография

Новейшая библиографическая работа по Ирану выпущена в 1928 г. в Москве. К сожалению, она составлена чрезвычайно поверхностно вообще, а для наших целей вовсе непригодна, так как в ней совершенно не упоминаются ботанические работы. Значительно лучше библиография Вильсона (Wilson), вышедшая в свет в 1930 г. на английском языке. Однако и здесь по части флоры и растительности Ирана мы находим лишь очень немного. Так, из многочисленных работ Борнмюллера (свыше 100 касающихся Ирана) упомянута лишь одна, не имеющая никакого отношения к ботанике. Несравненно выше стоит библиографический указатель, составленный Е. Г. Черняковской в её книге «Хорасан и Сеистан» (1931), но он касается почти исключительно восточного Ирана.

При таких условиях, одной из первых моих подготовительных работ по Ирану явилось составление библиографического указателя ботанических исследований с охватом всего Ирана и отчасти прилежащих стран. В мой указатель внесены не только специальные ботанические работы, но по возможности и общегеографические, в которых имеются упоминания об отдельных растениях и их использовании. Моя картотека составила свыше 500 названий, что, конечно, ещё не является вполне исчерпывающим, уже потому, что многие работы и периодические издания по условиям времени остались для меня недоступными. Насколько трудным является составление такой библиографии, видно уже хотя бы из того, что часто цитируемые издания комиссии Лиги наций по изучению опийной культуры не удалось разыскать ни в Ленинграде ни в Москве; флористическая работа

Блаттера и Хольберга, являющаяся основной по иранскому Белуджистану и Макрану, оказалась только в моей личной библиотеке, а отчёта Индийской комиссии по изучению Бахтиарских гор, с приложением очень ценного списка собранных растений, не оказалось нигде в СССР.

### Флористический состав

Тщательная проработка всего имевшегося в моём распоряжении литературного и гербарного материала в связи с собственными наблюдениями дала мне возможность составить достаточно полный перечень видов растений, произрастающих в Иране, и тем самым получить достаточно ясное представление о составе иранской флоры и об отличиях её от флоры соседних стран, прежде всего от СССР с его характерными географическими областями—Средней Азией и Кавказом. Составленный мною перечень иранской флоры включает в себе до 6100 видов. В него внесены, кроме дикорастущих (цветковых и высших споровых растений), также и культурные—виды массовой культуры. Исключив последние, мы всё же будем иметь для Ирана не менее 6000 видов дикорастущих растений. Это число приходится признать значительным. Дальнейшие исследования хотя и могут увеличить его, но всё же едва ли сильно. Список растений Средней Азии (Б. А. Федченко. Растительность Туркестана, 1916) содержит всего лишь 5000 видов (в настоящее время выявлено до 6000 видов), а во флоре Кавказа А. А. Гроссгейм насчитывает тоже не более 6000 видов. Виды дикорастущих растений иранской флоры принадлежат к 137 семействам, что лишь немногим уступает числу семейств флоры СССР (143 семейства). Отсутствуют в Иране немногие семейства, свойственные в СССР северным лесным его частям, в особенности Дальнему Востоку, например, семейства *Chloranthaceae*, *Commelinaceae*, *Menispermaceae*, *Pyrolaceae*, *Phrymaceae* и некоторые другие. В то же время в Иране появляются представители таких семейств, которые в СССР в диком виде не встречаются—*Palmae*, *Combretaceae*, *Salvadoraceae*,

*Acanthaceae*. Все перечисленные семейства представлены в Иране небольшим числом видов каждое, но некоторые из них, например пальмы, играют существеннейшую роль как в пейзаже, так и в экономике страны.

Обращаясь к вопросу о численном размещении видов растений по отдельным семействам, отметим, что первые места занимают два семейства, соревнующиеся между собой и по числу видов: бобовые и сложноцветные. Всё же на первом месте стоят бобовые с их 935 видами. Большое число видов бобовых обуславливается прежде всего колоссальным развитием видов одного только рода астрагалов (*Astragalus*), число видов которого в Иране превышает 600; очевидно, ксерофитно горные условия природы Ирана оказываются особенно благоприятными для усиленного видообразования в пределах рода *Astragalus*. Сложноцветные со своими 895 видами занимают лишь второе место. Здесь первое место по числу видов в роде занимает *Cousinia*, который представлен 218 видами, из них 180 эндемических. Очевидно, и для видообразования в роде *Cousinia* иранские условия особенно благоприятны. Совершенно противоположное наблюдается в роде *Hieracium*. Этот род, насчитывающий на севере сотни видов и подвидов, — в Иране играет ничтожную роль и представлен всего лишь 15 видами, да и то почти исключительно на севере Ирана. Значительное отличие в этом отношении наблюдается по сравнению с Кавказом и Средней Азией, где по количеству видов бобовые значительно уступают семейству сложноцветных.

Ко второй по числу видов группе семейств иранской флоры относятся губоцветные (329 видов), злаки (302 вида), крестоцветные (278 видов), гвоздичные (274 вида), лилейные (208 видов), норичниковые (205 видов), и бурачниковые (200 видов). Все остальные семейства содержат значительно меньшее число видов: розоцветные — 172 вида; столь характерные для пустынной флоры солянковые (*Chenopodiaceae*) — 149 видов и наконец лютиковые — 129 видов. Все остальные растительные семейства заключают менее 100 видов каждое.

### Флористические элементы

Для решения вопросов, связанных с историей происхождения и развития флоры Ирана, является существенно необходимым произвести ботанико-географический анализ видов флоры с учётом их распространения по всему земному шару. Пока такая работа не могла быть произведена, но всё же некоторые основные моменты уже обрисовываются и могут быть выявлены.

Прежде всего элемент эндемический. Иран не богат эндемическими видами флоры, число их едва ли значительно превышает 15%. Этот факт объясняется тем, что территория Ирана теснейшим образом связана с соседними странами, причём флора Ирана местами непосредственно переходит в Туркмению, Афганистан, Британский Белуджистан, Ирак; таким образом многие виды, столь характерные для Ирана, встречаются и в соседних странах. Вместе с тем необходимо отметить наличие во флоре Ирана целого ряда эндемических родов. Некоторые из них, несомненно, довольно древнего происхождения. Таковы: из семейства злаков — *Halopyrum* Stapf., из семейства маревых — *Hypocytlix* Wołoszcz., из сем. гвоздичных — *Diaphanoptera* Rech. fil., из сем. крестоцветных — *Brossardia* Boiss., *Physsidium* Fenzl., *Graelsia* Boiss. (Туркмено-Хорасанские горы), *Peltariopsis* Boiss., *Alyssopsis* Boiss. (Туркмено-Хорасанские горы), *Straussiella* Hausskn., *Clastopus* Bge., *Physoptychium* Boiss., *Zerdana* Boiss.; из сем. бобовых — *Oreophysa* (Bge) Bornm., из сем. зонтичных — *Buniotrinia* Stapf et Wettst., *Dicyclophora* Boiss., *Dinlot-aenia* Boiss., *Elvendia* Boiss., *Haussknechtia* Boiss., *Opoidia* Boiss., *Pichleria* Boiss., *Stenotaenia* Boiss., *Thecocarpus* Boiss.; из сем. бурачниковых — *Heliocarya* Boiss.; из сем. сложноцветных — *Grantia* Boiss., *Myopordon* Boiss., *Hymenocephalus* Jaub. et Spach.

Таким образом, общее число эндемических, большей частью монотипных, родов составляет во флоре Ирана 26. Это очень большое количество, так как во флоре Кавказа например, Гроссгейм насчитывает всего

лишь 10. Говоря об эндемических видах, надо сказать, что большинство их наблюдается в составе родов наиболее богатых по числу видов и являющихся таким образом представителями молодого, прогрессивного эндемизма; так, очень много эндемических видов рода *Astragalus*, представленного в Иране, как уже сказано, слишком 600 видами; много *Acantholimon* и некоторых других родов, как например *Dionysia*, особенно хорошо приспособленных к климатическим условиям Ирана. Довольно большое количество эндемических видов, притом из различных родов, встречаем мы в высокогорной флоре западного и южного Ирана на вершинах Эльвенд, Ку-динар (Ку-дазна) и других. Значительное количество видов, в некоторых областях Ирана может быть даже преобладающее, является широко распространёнными, свойственными всей Голарктической области (голарктический элемент) или её евразийской части (палеарктический элемент). Ряд видов мы выделяем в средневропейский флористический элемент. Встречаясь в Средней Европе, преимущественно в её горных районах, эти виды не идут на восток не только в Азию, но даже не доходят до Волги и Урала.

Переходя к растениям более южных стран, я выделяю элемент средиземноморский, который в Иране представлен весьма богато; здесь можно разграничить две группы: первую — широко-средиземноморскую, ареалы видов которой начинаются где-нибудь в Испании или Алжире, доходят до Ирака и дальше на восток до Афганистана и Средней Азии и вторую — восточно-средиземноморскую, ареалы видов которой начинаются в Малой Азии или даже в Ираке и отсюда идут далее на восток.

Представители субтропической и отчасти даже тропической флоры составляют элемент субтропический и встречаются только в южных и преимущественно юго-восточных районах Ирана. К этому элементу я отношу обе иранские пальмы (*Phoenix* и *Nannorhops*), терминалию (из сем. *Combretaceae*), авиценю (мангровое из сем. *Verbenaceae*), дальбер-

гию и *Teramnus* из бобовых, *Gymnosporia* из сем. *Celastraceae* и некоторые другие.

Почти совершенно отсутствует в Иране элемент арктический (альпийский). На северных хребтах и вершинах (Эльбурс, Сахенд) встречаются очень немногие представители, напоминающие о Крайнем Севере Европы или альпийских вершинах её. Всё же можно назвать единичные виды, связывающие Иран с Арктикой; таковы *Gentiana prostrata* и немногие другие.

На южных горах Ирана, в высокогорных зонах встречается ряд видов, свойственных исключительно большим высотам, но не имеющих ничего общего с арктической флорой. Здесь можно говорить об особом иранском высокогорном элементе. Причём здесь существенную роль играют колючие растения с *Acantholimon* и *Acanthophyllum*, колючие трагакантовые астрагалы, — всё результат воздействия горно-континентального иранского климата. Представителями этого элемента являются многие *Astragalus*, *Didymophysa Aucheri*, *Polygonum radicosum*, *Aethionema* (подрод *Moriera*), различные *Dionysia*, род, который в то же время является почти эндемическим для Ирана (только один представитель его встречается в Таджикистане), *Primula capitellata*, *Pedicularis lalesarica*, *Potentilla nuda* и некоторые другие.

### Ботанико-географические области

При общем взгляде на закономерности распределения растительности по территории Ирана, не вдаваясь в подробности, которые не составляют предмета всего исследования, прежде всего бросается в глаза значительное различие растительности областей, занятых горными хребтами, и областей равнинных; приблизительная граница тех и других может быть проведена на 700—800 м над ур. м. Области пустынно-равнинные заняты пустынно-степным типом растительности. Названные области занимают, за малыми исключениями, весь восточный Иран (исключая лишь крайний его север — Туркмено-Хорасанские горы); эта обширная пустынная область постепенно

выклинивается к западу — до меридиана Кум и Тегеран, до озёр Дерья-и-немек и озера Хаус-и-султан. На фоне этой области могут быть выделены сравнительно небольшие районы песчаной пустыни, флористически отмечаемые наличием в них зарослей песчаного саксаула и джугуна (*Caligonum*), а также солонцовой пустыни.

К югу от пустынно-степной области лежит протянувшаяся в широтном направлении, от Шат-эль-араба до границы с Британским Белуджистаном, вдоль побережья Персидского и Оманского заливов, область субтропической флоры, жаркий Гармшир, северная граница которого почти совпадает с границей культуры плодоносящей финиковой пальмы. Только на северо-востоке пальма отдельными форпостами переходит через эту границу.

В южной субтропической полосе Ирана мы можем различать довольно резко отличные друг от друга три участка:

1) западный участок — низовья Шат-эль-араба, где климатические условия характеризуются большим количеством осадков и среди растительности мы встречаем некоторых представителей более юго-западной флоры; 2) южный участок — побережье и острова Персидского залива, где при условиях чрезвычайно сухого климата встречаются представители флоры сухих частей Аравии и, наконец, 3) восточный участок, иначе южный Белуджистан (иранский) с берегом Макран, где присоединяются представители флоры соседних областей Британской Индии, например, бобовые *Dalbergia*, вербеновые *Avicennia* и др.

Всю остальную часть Ирана, приблизительно 50% всей территории страны, я отношу к области горной флоры. Постепенные переходы между лесной, горно-степной и высокогорной флорой делают затруднительным установление ботанико-географических провинций и округов. Провизорно, для облегчения своей дальнейшей работы по выявлению распределения растительности, я предлагаю выделить следующие горные районы:

а) Туркмено-Хорасанский горный район (южная граница распространения

древесного можжевельника в Хорасане, как её наметил Н. А. Зарудный). Там, где нет вовсе древесной растительности, господствует не только полынная растительность, но и губоцветные, а также своеобразные сообщества колючих растений *Cousinia*, *Acantholimon*, *Astragalus* подрода *Tragacantha*.

б) Эльбурс с его типичной высотной зональностью и богатым развитием субтропической лесной растительности в нижней прибрежной зоне.

в) Горно-степной, Хамадано-Султанабадский район, на юге выклинивающийся на параллели Бендерабагса.

г) Курдистано-Бахтиарский горный район с лесами из видов дуба.

д) Азербайджанский район (Сахенд, Карабаг, Савалан). На вершинах гор высокогорная растительность, ниже — долины, губоцветные, крестоцветные, кузинии, *Acantholimon* и *Acanthophyllum*.

е) Юго-восточные склоны Курдистано-Бахтиарских гор, занятые горно-степной растительностью и отчасти горными лесами из дуба, фишапки и пр.

Особняком стоит растительность оазисов, которая, благодаря деятельности человека и в особенности благодаря искусственному орошению имеет совершенно своеобразный характер.

### Схема областей и районов

#### I. Северный и Средний Иран:

##### А. Горные области:

- а) Туркмено-Хорасанские горы,
- б) Эльбурс,
- в) Хамадан-Султанабадский горностепной район,
- г) Курдистанский район,
- д) Бахтиарский район,
- е) Азербайджанский район (Кара-даг, Сахенд, Савалан),
- ж) Юго-восточные склоны Курдистанских и Бахтиарских гор.

##### Б. Пустынные области:

- а) Большой Кевир (солонец),
- б) Лут, —
- в) Песчаные участки,

- г) Степи и полупустыни Восточного Ирана,
  - д) Иранское плоскогорье.
- II. Южный Иран. Гармшир (Шатель-араб, побережье и острова Персидского и Оманского заливов):
- а) Западный участок,
  - б) Южный участок,
  - в) Восточный участок.
- III. Оазисы.

### Растительные ресурсы

Переходя к характеристике получения и хозяйственного использования растительных продуктов как от дикорастущих растений Ирана, так и к указанию главнейших сельскохозяйственных культур страны, я должен начать с указания одного растения, которое произрастет и дико, встречается в культуре и используется населением в самых разнообразных смыслах: как пищевое, как кормовое, как строительный материал, как лекарственное и т. д., — это финиковая пальма *Phoenix dactylifera*.

Наш известный путешественник Н. А. Зарудный говорит, что пальмы являются мерилем благосостояния оседлого человека: «Я был прежде богат, когда владел 50 деревьями», — услышите вы; или: «Он бедняк, у него только два дерева». Финиковая пальма приносит плоды, которые являются не только весьма существенным подспорьем к общему пищевому довольствию, но также продаются и промениваются на всевозможные продукты: хлеб, хлопок, шерсть, скот, краску, на свар (жевательный табак) и т. д., идут на уплату податей. Затем дерево даёт материал для постройки домов и топливо; мягкие сандалии; из листьев плетут прочные циновки; из древесины вытачивают различную посуду. Зелёные, палье и вообще низкопробные финики собираются впрок на корм лошадям и ишакам, которые на такой пище скоро откармливаются и здороваются (в путешествии этот корм может с успехом заменить ячмень). Финики начинают поспевать уже в начале июля (между пальмами имеется значительное количество сортов и в том

числе скороспелые). Зарудный насчитывает в Иранском Белуджистане 15 различных сортов финиковой пальмы.

### Земледельческая продукция Ирана

Говоря о сельскохозяйственных культурах Ирана, мы будем очень кратки, так как изучение их не входит в наши специальные задачи, а имеющиеся по этому вопросу материалы малы и очень отрывочны и касаются почти исключительно Восточного Ирана, Хорасана и Сеистана. Основными культурными растениями, составляющими питание населения, являются хлебные злаки: пшеница, в меньшей степени ячмень и ещё в меньшей степени рис. Только местами, в особо влажных районах, культура риса выходит на первый план. Бобовые культуры (горох, бобы, маш) занимают уже третьестепенное место.

Климатические условия Ирана позволяют значительно развить культуру технических растений и если они ещё не достигли возможных пределов в Иране, то это объясняется лишь значительной костностью населения и общеполитическими условиями страны. Первое место среди технических растений занимает хлопчатник. Далеко не все пригодные для этой культуры земли уже заняты хлопчатником, несмотря на значительную помощь в культурной работе по хлопчатнику, проводимой Советско-иранским акционерным обществом «Ирансовхлопок». Культура кенафа начала развиваться лишь недавно и немногим превышает 3260 га. Культура сахарной свёклы также весьма недавняя и едва ли превышает 10 000 га. Старинная культура сахарного тростника, которой когда-то славился южный Иран, в частности Арабистан с его центром Ахваз, в настоящее время почти выродилась и сохранилась в виде зарослей полудикого растения, дающего совершенно низкопробный товар. Значительной культурой является табак, под которым занято свыше 11 000 га. Несравненно

большую площадь и большее значение имеет культура опийного мака, под которым занято свыше 35 000 га.

Культура чайного куста началась недавно в Гиляне, где для этого растения имеются совершенно подходящие условия, напоминающие наш район Батуми.

Большое значение для поднятия уровня питательного баланса населения Ирана, а отчасти и для экспортных операций страны имеет садоводство и огородничество. Многие виды южных фруктов разводятся во всех жилых поселениях, в разнообразных и подчас чрезвычайно ценных сортах; таковы персики, виноградные лозы, айва, орехи, гранатник, миндали и в особенности цитрусовые — ценные сорта апельсинов, лимонов и мандаринов, занимающие в северном Иране свыше 350 000 га, встречающиеся и на юге Ирана, где к ним присоединяется ещё и тропический плод мангостан, а также каштан.

### Декоративные растения

Среди дикорастущей флоры Ирана имеется весьма большое число красивоцветущих растений, издавна привлекающих к себе внимание садоводов и вошедших в мировую садовую культуру. Достаточно назвать такие растения, как *Fritillaria imperialis*, родной которой являются вершины Сахенд (в Азербайджане) и Эльвенд (в Хамадане), *Iris persica* родом из южного Ирана и др. Из Ирана же были в XVII в. привезены ботаником Лерхе семена *Nelumbium caspicum*, которая является одним из красивейших водных растений мировой садовой флоры. Однако, далеко ещё не исчерпано введение в культуру дикорастущих красивоцветущих растений Ирана, что и объясняет организацию в последнее время в XX в. целого ряда экспедиций в Иран со специальной целью выявления и изучения условий произрастания и сбора посадочного материала красивоцветущих растений Ирана. Наибольшее внимание к себе привлекают, разумеется, луковичные и клубненосные растения. Голландский садовод Туберген

(И. Хуг) в 1924 г. организовал экспедицию Черняковской в Хорасан для сбора преимущественно тюльпанов; собранные ею материалы значительно обогатили каталоги растений садоводства Тубергена и дали обширный исходный материал для селекционной работы. Обилие красивоцветущих видов ириса (в том числе удивительный красавец *Iris elegantissima*, произрастающий в Азербайджане), вызвало посылку экспедиции английского ботаника Коуан, который, между прочим, открыл почти столь же ценные для садоводов виды *Iris Barnumac* и *J. Urmiensis*. В южный Иран направились ботаники Боллс и Джузеппе, которые собрали обширный материал по луковичным, но в особенности занялись изучением видов *Dionysia* в их естественной обстановке. Как известно, виды *Dionysia* сейчас в Англии становятся излюбленными растениями для садовых горок. Большое число красивоцветущих имеется среди сложноцветных, в том числе колючие растения — виды *Cousinia*, *Centaurea* и близкие к ним роды, а также так называемые бес- смертники.

### Лекарственные растения

В соседней с Ираном Туркменской ССР наша известная фармакогностка проф. А. Ф. Гаммерман насчитывает 255 видов растений из дикорастущей флоры, имеющих несомненное лекарственное значение. Естественно, что во флоре Ирана, слишком вдвое более богатой, чем флора Туркмении, лекарственных растений насчитывается свыше 500 видов, как это и показала наша работа. Уже с давних пор лекарственные растения в Иране и возможность их использования привлекли к себе внимание как местных врачей и целителей, так и европейцев. Из местных учёных достаточно назвать Абу-Манзура, который уже в XVI в. составил свод известных в то время сведений о лекарственных средствах, получаемых в Иране из местных и привозных растительных продуктов: Из европейцев назовём Белона, Барбаро, Контурино и,

наконец, Кемпфера, которые собирали сведения о лекарственных растениях и привозили в Европу образцы их. Из русских путешественников назовём Лерхе, Гмелина и Габлитцля, которые уже в XVIII в. собрали обширные и ценные материалы в этом отношении.

Говоря о лекарственных растениях Ирана, нельзя не упомянуть о тех, которые встречаются там только в культуре, но тем не менее играют крупную роль в народном хозяйстве и даже в экспортном балансе. Таким является прежде всего опийный мак. Культура его развита в районах Исфгани, Хорасана, Фарса, Мелаера, Керманшаха, а также Иезд, Шираз, Хунсар, Хамадан, и Буруджирд. Общая площадь посевов (по данным 1936 г.) составляет 35 000 га, сбор опия — 568 т. Подробное изучение опийной культуры по всему Ирану было произведено в 1925 г. международной комиссией от Лиги наций. Другим ценным культурным растением является шафран. Культура шафрана, по сообщению Е. Г. Черняковской, является монополией города Каин в Хорасане. Южнее шафран культивируется у Бирджанда, но там большого промышленного значения уже не имеет.

Из дикорастущих первое место среди лекарственных растений занимают некоторые виды зонтичных. Таковы виды ферулы, дающие смолы гальбанаум (*Ferula galbaniflua*), асса фетида (*Ferula assa foetida*, *F. alliacca*), дающие смолы того же названия (асса фетида), наконец виды доремы (*Dorema ammoniacum* и др.), дающие смолы аммониак. Все названные растения уже издавна составляют видный продукт экспорта как в Европу, так и в Индию. Некоторые другие виды зонтичных, представляющие интерес в лекарственном отношении, пока ещё недостаточно изучены.

Из других растительных семейств можно назвать семейство паслёновых. Здесь имеется целый ряд видов рода белены (*Hyoscyamus*), каждый из которых является лекарственным; не менее ценна и белладонна (*Atropa beladonna*), которая

встречается в Иране в двух видах. Большой интерес представляет мандрагора, упомянутая исследователем Ирана врачом Поллак и в настоящее время обратившая на себя внимание в связи с находкой одного из видов этого рода в соседней Туркмении. Многочисленные и разнообразные виды из семейства губоцветных дают лекарственные семена, а также листья и цветки, содержащие большое количество эфирных масел.

Очень большое значение, не только в лекарственном отношении, но также и в техническом, имеют колючие астрагалы, разнообразные виды из подрода *Tragacantha*. Трагакантовые астрагалы растут на севере, в пограничных с Туркменией Туркмено-Хорасанских горах, где они изучены А. Г. Борисовой; встречаются они в ещё большем изобилии и разнообразии на юге Ирана, в горных хребтах южной горной группы. Там в некоторых районах они встречаются в таком изобилии, что сбор выделяемой ими камеди является основным занятием населения.

### Красильные растения

Потребность в красителях из растительного мира в стране очень велика, так как одно из основных производств Ирана — ковровое — нуждается в широко доступных и в то же время возможно прочных красках. Это создало знакомство населения с целым рядом растений-красителей.

Наибольшее число красок даёт окрашивание в жёлтый цвет. Одним из самых обычных красителей является *Delphinium semibarbatum*, дающий яркую, нежную и чрезвычайно прочную краску элир (залиль). Эта краска особенно ценна для шёлковой пряжи; обстоятельное ознакомление с ней привело к заключению, что она вполне пригодна для изготовления фотографических светофильтров. Для подкраски съестных припасов служит шафран. Другие жёлтые краски дают *Zizyphus*. Листья винограда, корни и кора барбариса, веточки эфедры. Ковровое производство вызывает большую потребность в красных красках. Здесь первое место занимает рунас (марена,

*Rubia tinctorum*), которая возделывается в садах. Встречается марена и в диком виде. Красную (и оранжевую) окраску даёт сафлор, а также один из видов фисташки (*Pistacia Khinjuk*). Прекрасную красно-лиловую окраску дают некоторые виды из семейства бурачниковых. Зелёная окраска получается от ревеня (*Rheum ribes*). Синяя окраска получается из индиго (*Indigofera anil*), большей частью в качестве импортного продукта, так как культура индиго существует лишь в немногих районах и в небольших размерах.

### Дубильные растения

Иран с обширным скотоводством производит значительное количество кож, для дубления которых требуется большое количество танинов. Иранская флора содержит значительное количество растений, богатых содержанием танинов.

Одним из наиболее ценных дубителей являются виды фисташек; здесь находят применение как листья, так и галлы, образующиеся на листьях от укуса их насекомыми. Употребляются также незрелые плоды и их наружная кожура. Из бобовых маленькая мимозка (*Lagonochium stephania-num*) с её плодами, изменёнными под влиянием галлов, даёт экспортный дубильный материал. Кора подземных корневищ кендыря (*Aposunum venetum*) ценится как дубитель. Из солянок назовём *Salsola arbuscula*. Очень ценным дубителем являются виды гребенщика (*Tamarix*), но ближайшему изучению они ещё не подвергались.

Хорошими дубителями являются многие гречишные (виды *Rheum*, *Kutex*, *Polygonum*). Сумах (*Rhus coriaria*) очень хорош как дубитель, встречается преимущественно в культуре.

Большое применение в качестве дубителей имеют некоторые виды эфедры (*Ephedra*), пользующиеся в то же время весьма широким распространением в Иране.

### Кормовые травы

Кормовые растения имеют существенное значение для Ирана, так как

часть его населения ведёт кочевой образ жизни и для поддержания существования обширных своих стад нуждается в постоянном наличии достаточного количества зелёного корма. Флора Ирана, не подвергавшаяся специальному исследованию в этом отношении, богата кормовыми травами. В этом убеждает нас уже первое знакомство с её флористическим составом.

Первое место среди растительных семейств иранской флоры занимают бобовые растения, а среди них такие роды, как *Astragalus*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Onobrychis*, *Hedysarum*, *Taverniera*, *Trigonella*, *Medicago*, *Trifolium* и др. За ними следуют сложноцветные, среди которых мы встречаем имеющие кормовое значение полыни (виды *Artemisia*), крупные *Codonoccephalum*, заготавливаемые на зиму *Gundelia*, не говоря уже о множестве менее крупных растений. Злаки встречаются в меньшем числе видов, но роль их в кормовом балансе также очень велика. Назовём здесь *Phragmites*, образующий колосальные заросли *Arundo donax*, крупную *Pennisetum dichotomum*, по описанию путешественников похожий на бамбук и с жадностью поедаемый лошадьми; не меньшую ценность представляют *Aristida*, *Eragrostis*, *Agropyrum*, *Hordeum*, *Polypogon*.

Из других растительных семейств назовём некоторые зонтичные (*Prangos uloptera*, *Ferula ovina* и др.), ластовенные — *Periploca aphylla*; гречишные — *Fteropyrum Aucheri*, солянковы (*Haloxylon*, *Salsola*, *Anabasis*), гребенщиковые (несколько видов *Tamarix*), наконец кохтур (*Stocksia brahuica* Benth.) — кустарник из семейства сапидовых, вздутые, яркокрасные плоды которого издавна привлекают к себе внимание верблюдов, которые с жадностью набрасываются на это растение.

Наш известный путешественник Н. А. Зарудный сообщает интересные сведения о наиболее важных кормовых растениях Иранского Белуджистана (в районе местечка Порк-и-сурк). Всего Зарудный перечисляет 30 видов растений, указывая для каждого растения, каким видом животного оно поедается. К сожалению, Зарудный не приводит

в описании своего путешествия латинских названий этих растений, несмотря на то, что со времени путешествия (1900) до опубликования книги (1916) прошло свыше 15 лет, а в составе экспедиции был и ботаник (Гадд), гербарий которого остался неопределённым. С большим трудом, с помощью литературы по флоре Британского Белуджистана, оставшейся неизвестной нашей путешественнице по Иранскому Белуджистану Е. Г. Черняковской, удалось мне установить латинские названия большинства растений.

### Заключение

В заключение я должен сказать, что дальнейшее изучение флоры Ирана и полезных растений, встречающихся в ней, несомненно, приведёт не только к лучшему знакомству с уже известными растениями и уточнению районов, наиболее подходящих для сбора растительных продуктов, но и для сбора посадочного материала, для культуры этих растений на новых площадях как в самом Иране, так и вне его, и к выявлению новых видов полезных растений. Эти исследования должны быть организованы специализированно: исследования кормовых растений, декоративных, каучуконосов (о которых мы почти ничего не знаем по Ирану), лекарственных и др.

Исследователи, которые поедут в Иран, должны предварительно основательно ознакомиться с флорой страны, хотя бы в пределах той группы растений, которой им придётся заниматься во время экспедиции.

Надобно учесть ещё одно обстоятельство, которое может значительно облегчить и ускорить полное и все-

стороннее изучение флоры Ирана и её использование. Необходимо привлечь к этому делу местных работников, из которых под руководством советских учёных могут выработаться очень ценные исследователи. Укажем на пример Китая, где за последние два десятка лет, несмотря на тяжёлые условия военного времени и варварские действия японских оккупантов, при надлежащем руководстве со стороны специалистов, выросли десятки, почти сотня, молодых китайских исследователей, которые и собрали огромный ботанический материал в различных труднодоступных районах Китая и безостановочно продолжают свою работу. В Иране пока в этом отношении сделано очень мало. В Керджемском сельскохозяйственном институте около Тегерана работал проф. Гауба, который посылал своих сотрудников в наиболее интересные районы для сбора коллекций. Иранец Парса напечатал в 1937 г. определитель растений северного Ирана (на иранском языке), работу, далеко не охватывающую всего материала. Это и всё, что было сделано по ботанике в Иране местными силами.

В заключение считаю необходимым сказать, что для успеха работ по дальнейшему изучению и освоению производительных ресурсов Ирана является совершенно необходимым безотлагательное составление краткого определителя растений Ирана. Такая работа, на основе составленного мной конспекта иранских растений, не представит особых затруднений, для высококвалифицированных ботаников Ботанического института им. В. Л. Комарова Академии Наук СССР и могла бы быть выполнена в очень короткий срок.

# НОВОСТИ НАУКИ

## ФИЗИКА

### НОВЫЕ ЗАУРАНОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

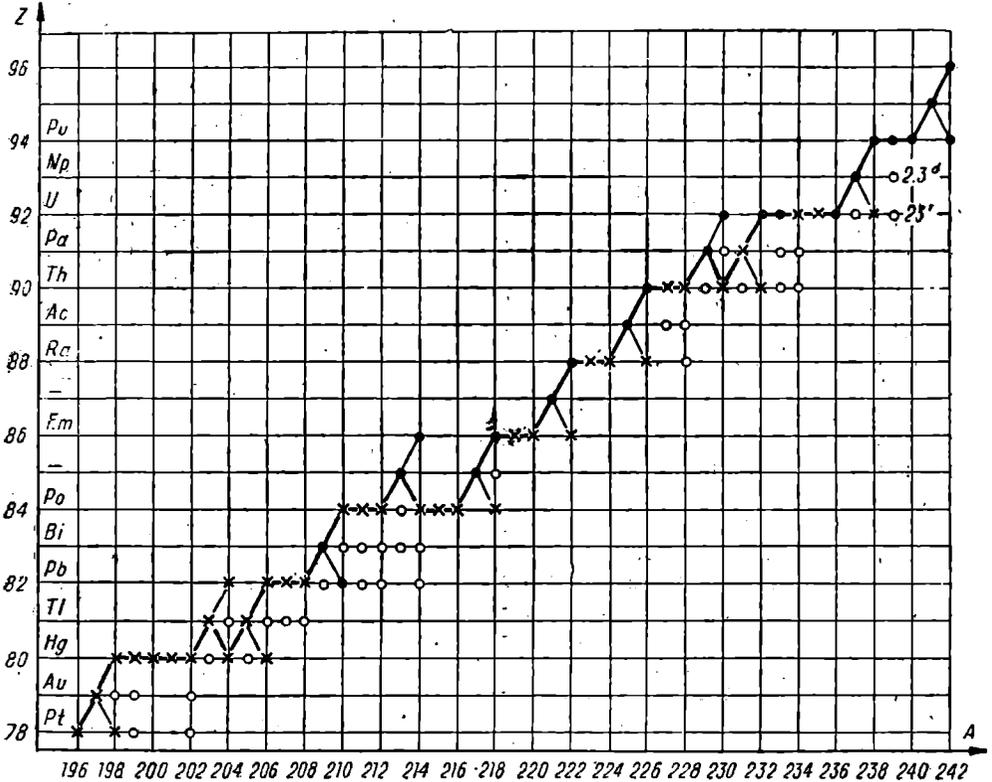
Z = 95 и Z = 96

В ответ на запросы читателей [действительно] открыты новые заурановые элементы, Глен Сиборг из Металлургической лаборатории (шифрованное название специальной лаборатории Чикагского университета) и Джозеф

цев урановые и плутониевые мишени  $\alpha$ -частицами, ускоренными до 40 MeV. При этом из  $U^{238}$  получился новый химический элемент Z = 95, а из  $Pu^{239}$  — элемент Z = 96.

Положение новых элементов среди других изотопов известных химических элементов представлено на фиг. 1.

Схема показывает [2], что стабильными против  $\beta$ -распада изотопами нового элемента Z = 95 могут быть только изотопы  $95^{241}$  и  $95^{243}$ . Остальные изотопы этого элемента, будут  $\beta$ -активными.



Фиг. 1.

Гамильтон из Беркли сообщают [1], что ими получены новые элементы Z = 95 и Z = 96.

Шестидесятидюймовый циклотрон, работающий в Калифорнийском университете, был в 1944 г. переконструирован так, что он может теперь давать значительно большие ускорения заряженным частицам. Так, например, дейтонам можно придать энергию вплоть до 22 MeV, а  $\alpha$ -частицам, соответственно, до 44 MeV.

Начиная с января 1945 г. на циклотроне бомбардировались в течение нескольких меся-

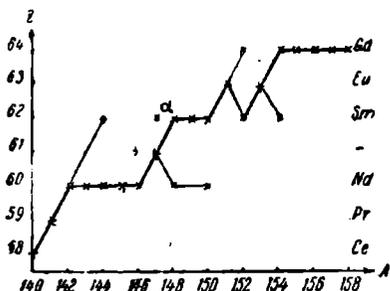
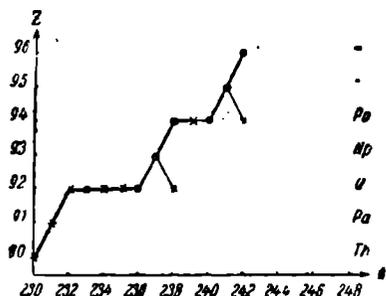
Первым, но не последним, изотопом элемента Z = 96 является изотоп  $96^{242}$ .

Идентификация новых элементов производится по их химическим и радиоактивным свойствам. Установившихся названий новые элементы ещё не получили.

Поскольку новая группа редких земель — «уранидов» — пополнилась двумя новыми членами, интересно её сравнить с первой группой редких земель «лантан дами».

В 1941 г. Мейер [3] опубликовал расчёт энергии связи для электронных оболочек 4f

и 5f. Первая группа редких земель обязана неожиданному увеличению энергии и размеров электронной оболочки 4f. По мере того, как Z растёт, энергия уровня 4f практически остаётся постоянной, около 0.85 eV. У Z = 57 — лантана, первого редкоземельного элемента, энергия связи равна 0.92 eV, что мало отлично от Z=1, имеющего энергию, равную 0.85 eV. Но вот у Z = 60 — [неодимия] — собственная функция испытывает радикальное изменение. Энергия связи достигает 5 eV, что резко отличается от энергии связи внешних слоёв. Достройка внутреннего электронного слоя 4f и приводит к образованию первой группы редких земель.



Фиг. 2.

Возможно, что и вторая группа редких земель обязана наличию подобного скачка собственной функции для 5f. Расчёт, произведённый Мейером, показывает, что действительно вблизи Z = 92 функция 5f испытывает аналогичный скачок.

Энергия связи

| 4f |          |                    | 5f |             |                    |
|----|----------|--------------------|----|-------------|--------------------|
| Z  | элемент  | энергия связи в eV | Z  | элемент     | энергия связи в eV |
| 1  | водород  | 0.85               | 1  | водород     | 0.54               |
| 57 | лантан   | 0.95               | 86 | радон       | 1.35               |
| 60 | неодимий | 5                  | 91 | протактиний | 8.5                |
| 86 | радон    | 250                | 93 | нептуний    | 14                 |

Таким образом, из теории следует, что заполнение оболочки 4f должно было бы начи-

наться с Z = 61 или Z = 60. Фактически оно начинается с Z = 58.

Заполнение внутренней оболочки 5f должно было начинаться с Z = 91, между тем впервые оно наблюдается у нептуния Z = 93.

Фиг. 2 даёт сравнение обеих групп редких земель по их изотопическому составу. На графике видно, что аналогичная изотопическая структура начинается у тория (Z = 90) и у церия (Z = 58). Поэтому правильнее новую группу «редких земель» называть не «уранидами», а «актанидами».

Литература

[1] G. T. Seaborg and J. G. Hamilton. Science, 102, 556, 1945. — [2] Л. Б. Понизовский. Природа, № 4, 1946. — [3] M. G. Mayer. Physic. Rev., 60, 184, 1941.

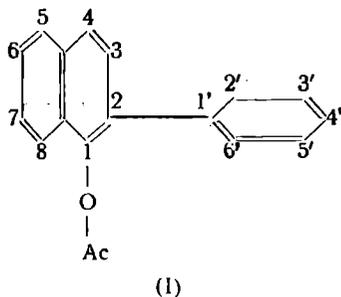
Л. Б. Понизовский.

ХИМИЯ

ОКРАСКА ЗЕМЛЯНИКИ

Природные красящие вещества, вызывающие окраску цветов, плодов, ягод, отчасти листьев и других частей растений, принадлежат к довольно сложным по составу и строению органическим соединениям.

Красители, наличие которых вызывает фиолетовую, синюю, розовую, красную и другие тона красивой окраски плодов и ягод, принадлежат к производным и, главным образом, к оксипроизводным органического соединения, называемого фенил-2-фенопиррилем, имеющего строение (1).

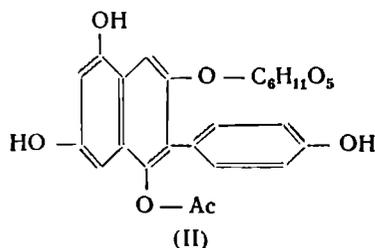


В этой формуле строения «Ac» обозначает остаток органической кислоты, каковым может быть радикал яблочной, винной, лимонной, шавелевой, малоновой и других кислот жирного ряда или радикалы кислот ароматического ряда: p-оксикоричной, p-оксикумаровой и других.

Атом кислорода, стоящий при ядре соединения (1) и связанный с группой «Ac», является четырёхвалентным и, в данном случае, называется пироксиниевым кислородным атомом. За счёт пироксиниевого кислорода оксипроизводные соединения (1) могут реагировать с кислотами, а за счёт гидроксильных групп — с веществами основного характера и со спиртами.

Кроме того, оксипроизводные фенол-2-фенопирилия содержатся в растениях не в свободном виде, а в виде гликозидов глюкозы, галактозы, рамнозы и других моносахаридов, а также и дисахаридов. В настоящее время выделено из растений четыре представителя оксипроизводных фенол-2-фенопирилия, отличающихся количеством и взаимным расположением гидроксильных групп в молекуле. Удивительно, что при всём громадном разнообразии окрасок цветов, плодов и ягод, в основе этого разнообразия лежат, как теперь принимают, только, четыре соединения. Красивая розовая или красная (в зависимости от степени спелости плода) окраска нашей лесной земляники (*Fragaria vesca*) обусловлена содержанием красителя, названного по имени земляники — фрагарином.

Фрагарин является галактозидом-3-пеларгонидина или тетраокси-3, 5, 7, 4'-фенил-2-фенопирилия. Следовательно, строение фрагарина может быть представлено формулой (II):



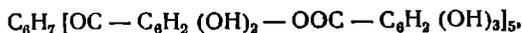
Здесь «Ac» — остаток органической кислоты, а группа  $C_6H_{11}O_5$  — остаток молекулы галактозы. Наличие связанной галактозы в молекуле фрагарина является вполне доказанным.

Это обстоятельство интересно в том отношении, что зрелая земляника справедливо считается весьма полезной и в особенности для детей, организм которых нуждается в галактозе (сахаристое вещество, составляющее 50% лактозы или молочного сахара, считая на безводное соединение).

Выделение из растений пирилиевых красящих веществ, иначе называемых антоцианами, является делом довольно трудным и в особенности потому, что часто в одном и том же растении содержатся смеси нескольких антоцианов. Однако многие антоцианы не только выделены из растений и изучены, но и получены путём синтеза.

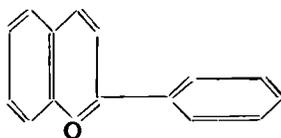
Интенсивность окраски и цвет антоцианов, вообще, и фрагарина, в частности, существенно зависят от характера среды (кислая или щелочная среда) или от степени зрелости плодов. Известно, что по мере созревания плодов и ягод, содержание в них органических кислот уменьшается, а содержание сахаристых веществ возрастает. Спелая земляника содержит меньше кислот и больше сахаристых веществ и поэтому окраска её постепенно изменяется от светлорозовой до красной и тёмнокрасной. Этот переход органических кислот в сахаристые вещества легче осуществляется на солнечном свете, а земляника является растением весьма светолюбивым.

На оттенки и интенсивность окраски антоцианов влияет не только степень кислотности или щёлочности клеточного сока, но и наличие различных соединений, именуемых в данном случае ко-пигментами. К последним часто принадлежит танин (порошок вяжущего вкуса; содержится в чае, в чернильных орешках и других веществах, называемых дубильными) или пента-дигаллоил-глюкоза



а также галловая кислота  $C_6H_2(OH)_3COOH$ , дигалловая кислота  $C_6H_2(OH)_3 - COO - C_6H_2(OH)_2 - COOH$  и некоторые другие соединения.

Антоцианы содержатся и в листьях некоторых растений. Считают, что образование антоцианов возможно при наличии в растениях флавоновых соединений, точнее: различных оксипроизводных флавонона (III), являющихся протоцианами.



(III)

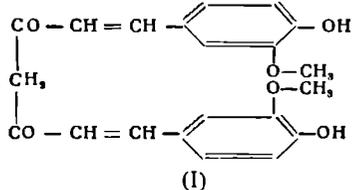
Последние широко распространены в растительном мире и особенно в коже листьев у растений, хорошо освещённых солнцем. К сожалению, трудно сказать что-либо определённое о механизме превращения флавоновых соединений в антоцианы, так как в природе химические процессы совершаются исключительно в «мягких» и «нежных» условиях, весьма далёких от условий обычного химического эксперимента.

Доц. А. Г. Евдокимов.

## КУРКУМА

Куркума широко известна как жёлтый краситель для непротравленного хлопка, шерсти, шёлка, бумаги, дерева и некоторых пищевых продуктов. Кроме того, она применяется в медицинской практике и в аналитической химии, в качестве индикатора на щёлочи и на борную кислоту.

Во всех случаях применения куркумы, действующим началом её является органическое соединение состава  $C_{23}H_{20}O_6$ , называемое диферулоилметаном (I) или куркумином.



В чистом виде куркумин представляет собою твёрдое кристаллическое (в виде призм) вещество оранжево-красного цвета и плавится в интервале 180—183°. Куркумин растворим

в концентрированной серной кислоте с образованием красно-жёлтого раствора и в эфире. Эфирный раствор куркумы обладает слабой флуоресценцией с зелёной окраской.

Куркумин встречается в природе в некоторых растениях, главным образом в корневищах и стеблях растения *Curcuma tinctoria*, произрастающего в восточной Азии. Для получения куркумина, корневища куркумы обрабатывают спиртом и из полученного спиртового экстракта осаждают куркумин в виде свинцовой соли. Выход куркумина после соответствующей очистки свинцовой соли составляет около 0.65% [1].

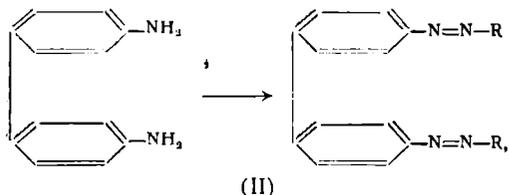
Как краситель, куркума применялась в практике с давних времён.

До половины XIX в. (1844) синтетические субстантивные красители (окрашивающие ткань непосредственно, т. е. без протрав) вообще не были известны.

Из природных красителей для этой цели применялось мало веществ. Их перечень в то время ограничивался тремя названиями: сафрол, орлеан и куркума.

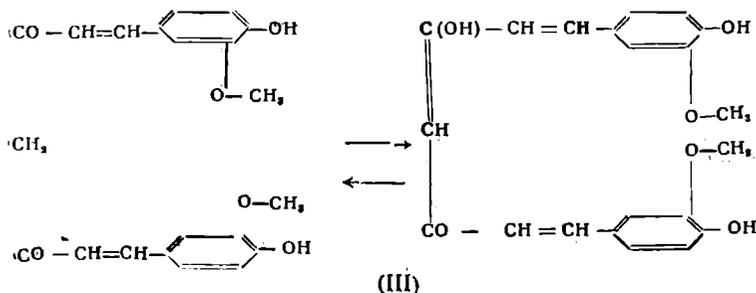
Применение куркумина для окраски шёлка и пищевых продуктов не утратило своего значения и в наше время, несмотря на непрочность этого красителя к действию на него солнечного света, щёлочей и мыла.

Способность куркумина субстантивно окрашивать ткани объясняется [2] аналогией его строения со строением производных бензидина (II)



а способность окрашивать протравленные ткани объясняется [3] его строением как β-дикетона.

Лекарственный препарат, выделяемый из куркумы, обладает жгучим вкусом, запахом имбиря и, наряду с куркумином, содержит некоторые примеси. Применение куркумина в аналитической химии в качестве индикатора на щёлочи (при действии едких щёлочей появляется коричневое окрашивание) можно объяснить влиянием щёлочи в смысле сдвига равновесия между дикетонной и кето-энольной формой куркумина в сторону увеличения последней (III)



обуславливающей образование окрашенного продукта реакции со щёлочью.

Применение куркуминовой бумажки для качественного определения борной кислоты [4] и до настоящего времени не утратило своего значения в аналитической химической практике.

Литература

[1] Beilschtein. Handbuch der Organischen Chemie, т. 8, стр. 554, 1918. — [2] Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, 43, стр. 2167, 1910. — [3] Ibid., 41, стр. 1067, 1908. — [4] Бетгер. Основы качественного анализа. Изд. 2-е. Гос. н.-техн. изд. М.—Л., 1931.

Доц. А. Г. Евдокимов.

ГЕОЛОГИЯ

ОРИГИНАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ  
ВЫВЕТРИВАНИЯ

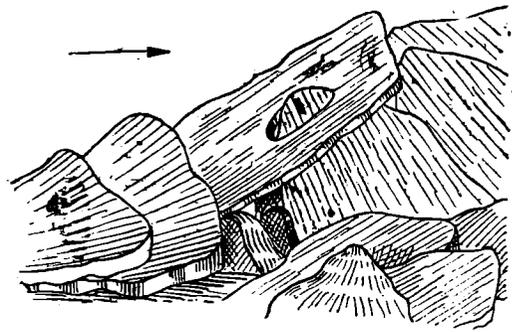
Любопытное явление наблюдалось нами на Приполярье Урале, на склоне горы Лапча: выступ кварцита, залегающего *in situ*, как бы протыкал плиту серицито-хлоритового сланца, размерами примерно 100 × 100 × 5 см (см. фиг.). Кварцит исключительно твёрд, звенит от удара молотка; сланец относительно мягкий. В нижней своей части плита зажата между глыбами пород; плоскостью она обращена на северо-запад.

Заинтересовавшись этим случаем, мы обнаружили, что отверстие в плите не является следствием её падения и удара. Не было также данных, которые говорили бы за образование отверстия вследствие продавливания плиты под тяжестью других обломков. В результате картина происхождения столь оригинального явления представилась нам в следующем виде.

Очевидно, плита сланца сползала вместе с другими обломками по склону горы и в какой-то момент оказалась над выступом кварцита, который изображён на рисунке. Будучи зажата нижним концом между глыбами пород, плита нашла здесь упор и в первое время представляла своеобразный рычаг, так что между нею и выступом кварцита существовал небольшой зазор. Сильные западные и северо-западные ветры, господствующие на Приполярье Урале (направление ветра отмечено на рисунке стрелкой), давили на пружинящую плиту, которая, часто ударяясь о выступ, постепенно разрушалась в месте соприкосновения

с кварцитом. Образовавшееся таким путём отверстие в дальнейшем расширилось под воздействием ветра, воды, снега и мороза. Это привело к тому, что отверстие с краёв заострилось, а его размеры стали больше по сравнению с высунувшимся концом кварцита. Вместе с тем, благодаря толчкам, перемещался упор у основания плиты, и она шаг за шагом надевалась отверстием на выступ.

Порывы ветра достигают на Приполярном Урале скорости 28 и более метров в секунду. Но и скорости 5 м/сек. и т. д. достаточно, чтобы плита площадью 1 м<sup>2</sup> испытывала существенные толчки. Согласно известному справочнику «Hütte», при средней ско-



Разрушение плиты сланца о выступ кварцита под воздействием ветра.

рости ветра 5 м/сек., проносящаяся через каждые 100 м<sup>2</sup> энергия составит около 10 л. с., или на 1 м<sup>2</sup> около 0.1 л. с.

Отверстие в плите не могло образоваться, если бы в первый момент она прилежала к выступу кварцита плотно. Ни энергии ветра ни давления собственного веса плиты было бы недостаточно, чтобы продавить её.

Описанный случай является, конечно, исключительным, созданным благоприятными обстоятельствами. Но он свидетельствует о том, что обломки пород, покрывающие склоны гор, при определённых условиях подвергаются механическому разрушению благодаря подобному воздействию ветра. Обломки пород не лежат на склонах неподвижно, а медленно сползают к подошве. При этом нередки случаи, когда положение глыб ещё не установилось; достаточно, кажется, небольшого толчка, чтобы привести их в движение. При ходьбе человека они колеблются и легко сдвигаются с места; сдвиг одного камня иногда влечёт за собой поток нескольких камней. Идя по таким каменным полям, можно видеть и слышать, как сильные порывы ветра заставляют раскачиваться (по горизонтали и вертикали) и ударяться отдельные неустойчивые плиты и глыбы друг о друга, до тех пор, пока они не примут устойчивого положения. Но обломки продолжают сползать по склону, устойчивость их может вновь нарушиться, и они снова будут разрушаться от ударов, вызываемых порывами ветра. Величина этого разрушения с течением времени, очевидно, значительна, и наш пример наглядно иллюстрирует, как далеко порой оно может зайти.

Таким образом, воздействие ветра сказывается на обломках горных пород в трёх отношениях. Во-первых, ветер производит дефляцию и корразию обломков, или, иными словами, производит их выветривание, в принятом понимании этого слова. Во-вторых, он разрушает обломки описанным нами путём, т. е. благодаря толчкам и ударам неустойчивых обломков друг о друга. В-третьих, энергия ветра является одной из причин, способствующих сползанию обломков на склонах гор.

*М. Ф. Беляков.*

## НУЖНО ЛИ ПРИБЕГАТЬ К «ВНЕЗЕМНЫМ» СИЛАМ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ ОЛЕДЕНЕНИЙ? <sup>1</sup>

В № 1 «Природы» за 1945 г. помещена интересная заметка В. Н. Васильева о его наблюдениях над условиями длительного сохранения снежников и ледничков у Охотского побережья. Вскрытие конкретных связей между определёнными физико-географическими явлениями, имеющими место в той или иной части земной поверхности, часто может иметь с научной точки зрения не только узкое местное значение, наталкивая на те или иные более широкие обобщения. Вместе с тем оно важно и как одна из форм проверки применимости существующих общих теорий к объяснению тех реальных соотношений, которые наблюдаются в разных географических областях. И автор прав, конечно, когда он говорит, что географическая приуроченность современных ледниковых явлений в странах, примыкающих к северной части Тихого океана, указывает на первенствующее значение обилия осадков, как предпосылки развития этих явлений, как и на преимущественное развитие их как раз не в более холодных, а напротив — в относительно тёплых частях тихоокеанских побережий. Проводимая автором параллель между этими данными и распределением тёплых морских течений тоже верна.<sup>2</sup>

Вполне естественно, что, констатировав определённое положение вещей, автор усмотрел близость своих выводов к общим положениям радиационной теории Симпсона. Это впечатление его ещё усилилось бы, конечно, в результате ознакомления с более поздней работой Симпсона (1934), в которой делается попытка реконструкции метеорологических условий северно-тихоокеанской области в ледниковое время. Собственные наблюдения

<sup>1</sup> В порядке дискуссионного отклика.

<sup>2</sup> Отметим только, что при оценке факторов, определяющих сильное развитие ледников у тихоокеанского побережья Америки, не должно упускаться из виду значительность горных поднятий в этой её части: развитие мощного оледенения здесь отражает не только обилие зимних осадков, но и низкие температуры тех высот, на которых совершается их аккумуляция и превращение в лёд глетчеров. Здесь мы имеем не противостояние друг другу, а соединение общ, могущих благоприятствовать развитию ледников, факторов: обилия осадков и низких температур.

В. Н. Васильева являются неплохой иллюстрацией к изложенным там взглядам.

В дальнейшем В. Н. Васильев поднимает, однако, старый вопрос о том, нужно ли для объяснения оледенений привлекать силы, лежащие вне земли, и нельзя ли объяснить наблюдаемые нами ледниковые явления более близкими нам (и более доступными для изучения, поэтому) «земными» причинами. Вопрос этот много раз и по-разному ставился в литературе, и каждая полоса рассуждений и споров вокруг него приводила неизбежно к одному выводу: объяснение имевших место в четвертичном периоде оледенений и, в особенности, чередования ледниковых и межледниковых эпох, без привлечения сил, находящихся вне поля наших непосредственных наблюдений, — причин космических (в широком смысле) — невозможно.

Опровергают ли этот вывод аргументы автора? — Думается, что нет. Во-первых, потому что для объяснения ледниковых эпох как явления общеземного, недостаточно найти частные факторы, объясняющие ту или иную часть явлений, связанных с оледенением, в определённой области. Во-вторых (и это не менее важно), разделаться с внеземными силами не так-то просто и в том случае, который непосредственно рассматривается автором. Первая его ошибка в том, что различия в обстановке между Охотским побережьем и берегами Северной Америки не были бы так велики, если бы они обуславливались только распределением морских течений. Важно учитывать, что западное побережье Америки подвергается в течение всего года более или менее интенсивным ветрам, дующим с моря на сушу. Напротив, на Охотском побережье, зимой, вследствие преобладания над Восточной Сибирью устойчивой области высокого давления, ветер дует с суши на море. И именно это, более чем что-либо другое, обуславливает скудость зимних осадков в притихоокеанских районах Азии. В ней отражаются местные проявления общих законов циркуляции атмосферы. Последние же отражают различия в воздействии солнечных лучей на разные части земной поверхности.

Но, главное, эти же законы определяют, в конечном счёте, и действительные силы, которым автор не без основания приписывает существенную роль в развитии оледенений: направление и интенсивность морских течений. Поэтому, наивная мысль о возможности «обойтись без привлечения внеземных сил» допустив то или иное изменение картины морских течений. Изменение интенсивности тёплого течения не могло произойти само по себе. Но что же могло вызвать его? Если речь идёт об усилении морского течения, то, очевидно, усиление тех воздушных течений, которые его порождают. И в конечном счёте мы приходим к выводу о необходимости искать «земную» первопричину развития оледенений в усилении общей циркуляции атмосферы. Без этого не обойтись! А интенсивность циркуляции атмосферы стоит уже в прямой зависимости от нагрева земли солнечными лучами. Отсюда мы и апеллируем к солнцу, как истинному первоисточнику вековых изменений метеорологических условий на поверхности зе-

мли. Поэтому, вопреки мнению В. Н. Васильева, его наблюдения не дают ничего нового в смысле возможности объяснения оледенений якобы чисто-земными причинами. Они являются, вместе с тем, аргументом в пользу радиационной теории Симпсона, связывающей эпохи интенсивных оледенений с усилением общей циркуляции атмосферы, приуроченным к эпохам максимумов солнечной радиации.

### Л и т е р а т у р а

1. В. Н. Васильев. К вопросу о причинах образования ледников. Природа, № 1, 1945.—
2. G. Simpson. World Climate during the Quaternary Period. Quart. Journal R. Meteorol. Society, LX, № 257, 1934.

А. И. Толмачёв.

## МИНЕРАЛОГИЯ

### НОВЫЙ ДРАГОЦЕННЫЙ КАМЕНЬ

Недавно американские минералоги Edw. P. Henderson and Frederic H. Pough (Am. Mineralogist, № 9—10, 1945) описали новый очень любопытный желто-зелёный минерал — бразилианит, дающий в огранке прекрасный драгоценный камень. Он встречен был в пегматитах Сап в провинции Minas Geraes в Бразилии. Первоначально этот минерал был принят за хризоберилл. Однако уже первые исследования установили его отличие от последнего как по структуре, так и по химическому составу. Бразилианит в пегматитовой жиле ассоциирует с мусковитом, альбитом, кварцем, зелёным турмалином.

В руках исследователей было два кристалла. Один из них имел призматический облик, 85 мм длиной и 80 мм шириной и весил 868 г, другой имел вес 852 г. Минерал оказался моноклинной сингонии с твёрдостью 5,5, с совершенной спайностью и стекляннм блеском; по химическому составу он является водным натролюмофосфатом, отвечающим химической формуле  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{P}_2\text{O}_{16}(\text{OH})$ . Из-за его прозрачности из большого кристалла было сделано две поделки. Одна из них, весом в 23 карата, была огранена, как обычно гранят изумруд, а другой, весом в 19 карат, придана овальная форма, применяемая при огранке бриллиантов. В огранке минерал давал прекрасный нежный жёлто-зелёный цвет. Причём в первом случае получился более глубокий зелёный тон, чем во втором. Исследователем не было установлено, явилось ли это различие в результате разной оптической ориентировки гранённых образцов или кристалл не был абсолютно однороден в окраске. Сравнительно недостаточная твёрдость бразилианита (5,5), повидимому, послужит препятствием для широкого его использования.

Интересно, что бразилианит — первый новый драгоценный камень, открытый после находки в 1909 г. в Калифорнии бенитоита. Пегматиты, близкие по условиям образования к тем, в которых открыт был в Бразилии бразилианит, имеются в СССР во многих его частях: в Средней Азии, в Енисейской тайге на Маме, в Забайкалье, в вост. Казахстане.

Поэтому вполне вероятно, что этот исключительный по своей красоте минерал будет найден и у нас.

А. Ф. Соседко.

## ГИДРОЛОГИЯ

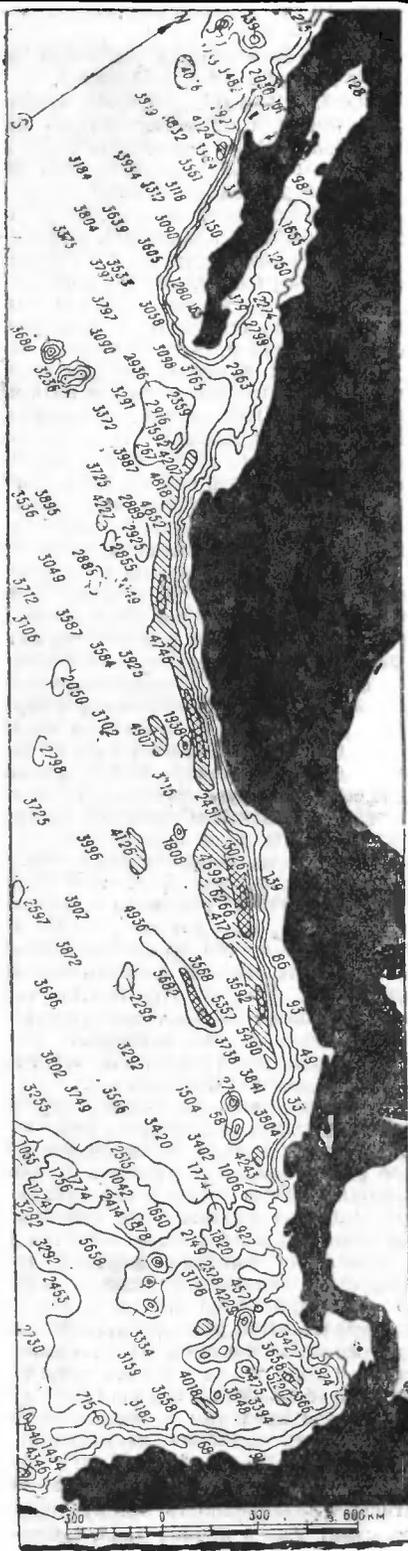
### НОВАЯ ГЛУБОКОВОДНАЯ ЛОЖБИНА

В 1939 г. гидрографической службой США была выпущена новая карта глубин северной части Тихого океана, составленная по данным более 35 000 эхолотных промеров, главным образом военного транспорта «Рампо» (№ 5486, масштаб 1:13 600 000). Одной из интереснейших, выявленных впервые, черт рельефа дна океана является глубоководный Гватемальский жёлоб,<sup>1</sup> вытянутый на протяжении 2300 км, от 10° с. ш. и 88° з. д. до 19° с. ш. и 108° з. д. вдоль берегов Центральной и Северной Америки (см. карту). Абсолютная глубина жёлоба невелика (6271 м), но и дно открытого океана в восточной части имеет меньшие глубины, чем у глубоководных жёлобов восточной Азии. Относительная углублённость этого жёлоба составляет 2800 м. Эта же величина будет составлять, например, 5000 м для Филиппинского жёлоба или 2000 м для Алеутского.

В главе, посвящённой рельефу дна Тихого океана, Шотт [6], автор новейшей географической сводки, особо останавливался на асимметричном строении его впадин. В то время как на западе тянется почти непрерывная цепь глубоководных ложбин от Новой Зеландии до Алеутских островов, на всём восточном берегу в 1935 г. был известен только один Атакамский жёлоб (у Южной Америки). На громадном протяжении вдоль берегов Центральной и Северной Америки располагались лишь единичные отметки глубин, превышающих глубины прилегающей части океанического дна. Теперь этот разрыв частично восполнен.

Морфология самой Гватемальской ложбины, дна океана вблизи Северной Америки и морфология западной окраины Северо-американского материка имеют ряд черт, связывающих их в одно структурное целое. На непосредственном продолжении Гватемальской ложбины к северу лежит глубоководный Калифорнийский залив. Его максимальная глубина достигает 2800 м и отделена небольшим порогом от открытого океана. От вершины залива в том же направлении вытянута депрессия Солёного озера. Затем, после небольшого перерыва, вдоль берега океана тянется Калифорнийская долина, достигающая 960 км длины. Дальше к северу эту цепь впадин и депрессий продолжают параллельные краю континента проливы Канадского фиордового моря.

Есть много оснований отождествлять глубоководные ложбины по их структуре с крайними субгеосинклиналями альпийского горообразовательного цикла [2]. Об этом говорят как их географическое распределение, так и геофизические данные — исключительно высокие отрицательные гравитационные аномалии [3]. То, что эти структуры не являются специфической особенностью дна океана, по-



Гватемальская ложбина.

Промеры с карты № 5486 (переведены из фатомов в метры). Глубины 4—3 км покрыты диагональной штриховкой. Глубины более 5 км — перекрещённой штриховкой.

<sup>1</sup> Название взято с указанной карты.

казывают два известных в настоящее время примера перехода глубоководных океанических ложбин на материк — это переход Яванской ложбины Индийского океана в Индо-Гангскую депрессию и Антильской ложбины Атлантического океана в «бассейн Ориноко» на территории Венесуэлы [2].

На основании приводимых ниже основных данных по геологической структуре западного края Северной Америки и морфологии дна океана, можно думать, что в описываемом случае мы имеем третий пример подобного рода. В самом деле:

1. Вся западная окраина Северо-американского материка разбита системой сбросов, параллельных берегу океана или идущих к нему под острым углом. Из них сброс Сент-Эндрьюс достигает больше 1000 км длины. Движения по этим сбросам совершаются в настоящее время.

2. Калифорнийская долина представляет собой современную синклинали и выполнена молодыми осадками огромной мощности [1]. В ней наблюдаются большие отрицательные аномалии силы тяжести [4], которые свойственны и глубоководным ложбинам. Она разделяет собой прибрежные хребты молодой третичной складчатости и расположенные к востоку более древние мезозойские структуры Навадийской складчатости.

3. Канадское фиордовое море создано благодаря продольным разломом и опусканиям самого недавнего времени. Движения здесь совершаются и в настоящее время (Якутат-бэй).

4. Как известно третичные структуры береговых хребтов занимают сравнительно узкую полосу берега. Они идут по полуострову Нижней Калифорнии и тянутся до границы США и Канады, после чего отклоняются к западу на дно океана. Вновь они появляются на островах фиордового моря и переходят на континент у горы Илы на Аляске. Ясно, что большая часть третичных структур должна лежать на дне океана. Повидимому, к ним относятся описанные недавно громадные подводные горы Аляскинского залива, имеющие в южной части параллельное материка простираение, а в северной отклоняющиеся к западу [3]. На упомянутой карте (№ 5486) можно видеть, что подобный же рельеф с исключительно большой амплитудой расчленения (подводные горы) имеет полоса дна более 1000 км ширины вдоль всего берега Северной Америки вплоть до Калифорнийского полуострова (южнее рельеф не изучен в достаточной степени). В прибрежной зоне дна недавно были описаны гигантские обрывы, частью непосредственно связанные с упомянутыми сбросами на суше (в том числе и со сбросом Сент-Эндрьюс) [7].

Таким образом вся совокупность данных показывает, что на этом участке земной коры с исключительной ясностью выявляется единство материковых тектонических структур с прилегающей частью дна океана.

#### Литература

[1] А. Д. Архангельский. Геологическое строение и геологическая история СССР. АН СССР, 1945. — [2] В. В. Белоусов. Природа, № 5—6, 1942. — [3] Ф. А. Веннинг-Мейнес. Гравиметрические наблюдения на море. М., 1940. — [4] R. A. Daly. The Strength and Structure of the Earth. 1942. — [5] H. W.

Murray. Submarine mountains in the Gulf of Alaska. Bull. Geol. Soc. Amer., v. 52, № 3, 1941. — [6] G. Schott. Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. 1935. — [7] F. S. Shepard, K. Emery. Submarine topography of the California Coast. Geol. Soc. Amer., Sp. Publ., № 31, 1941.

В. П. Зенкович.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ ПОСЛЕДНЕГО (VII) ПЛАВАНИЯ «CARNEGIE»

Недавно было получено несколько выпусков трудов VII и последнего плавания знаменитого немагнитного судна «Carnegie», совершившего в 1928—1929 гг. ряд рейсов в Атлантическом и Тихом океанах. Это судно, принадлежащее Институту Карнеги департамента земного магнетизма в Вашингтоне, как известно, во время своего последнего плавания трагически погибло вместе со своим капитаном J. P. Ault 28 ноября в порту Апяя (о-ва Самоа) в результате случайного взрыва 2000 галлонов газа. Но благодаря тому, что научные материалы и результаты наблюдений при каждом удобном случае посылались в Вашингтон, затраченные средства и энергия не пропали даром. Из намеченных 110 000 морских миль удалось выполнить, к сожалению, менее половины (всего 45 000 морских миль), но и это дало огромные результаты (общий маршрут экспедиции изображён на фиг. 1).<sup>1</sup>

На страницах «Природы» (№ 3, 75—76, 1944) уже реферировался один том (Biologie, III) трудов этой экспедиции.<sup>2</sup> Сейчас мы располагаем ещё двумя выпусками этой серии. Один из них содержит весьма обширную работу Ч. В. Уилсона,<sup>3</sup> посвящённую веслоногим ракам (*Copepoda*), а другой включает серию небольших статей и отчётов по водорослям, многощетинковым червям, мизидам, равноногим ракам, водяным клопам (*Hemiptera*, род *Halopates*) и пгнцам, а также краткие списки определений по некоторым другим группам.<sup>4</sup> Оба тома содержат в основном результаты обработки планктонных сборов, которыми, повидимому, и ограничиваются биологические работы «Carnegie».

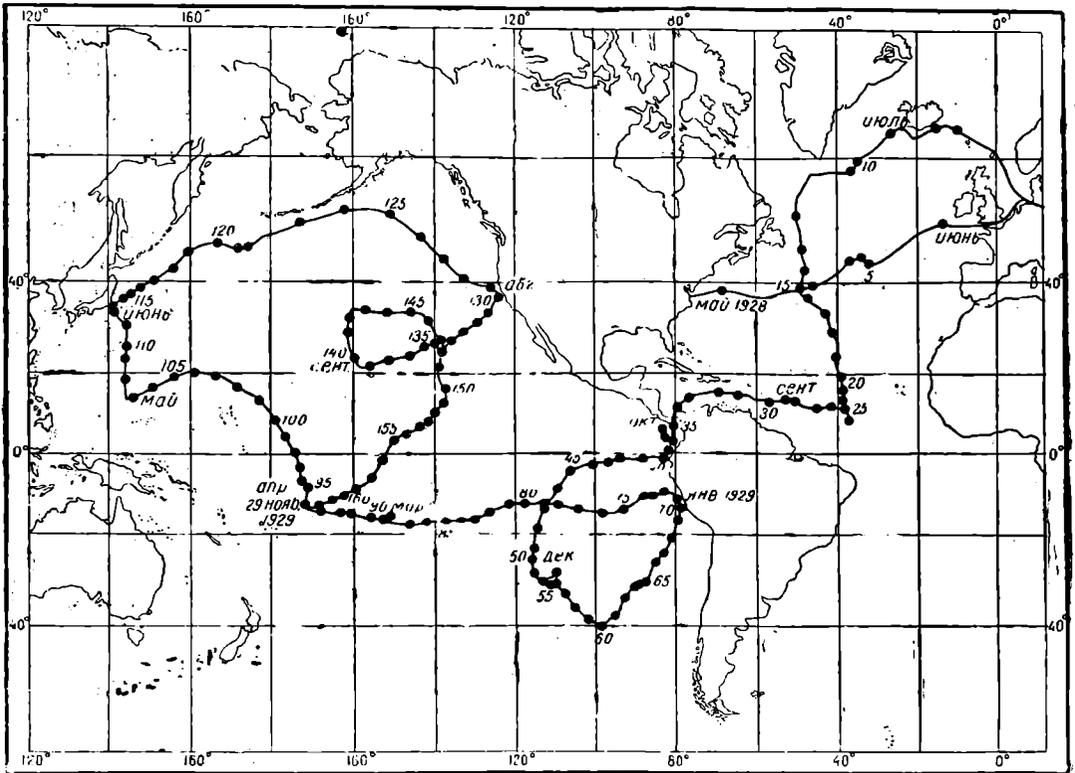
Свои работы «Carnegie» начал с Атлантического океана, в северной части которого

<sup>1</sup> J. Harland Paul. The Last Cruise of the Carnegie, Baltimore, Williams and Wilkins Company (XIII+311 стр. с 198 иллюстр.), 1932.

<sup>2</sup> H. W. Graham. Studies in the Morphology, Taxonomy and Ecology of the Peridinales. Sci. Result of Cruise VII of the Carnegie during 1928—1929. . . Biologie III, Carnegie Institution of Washington, Publication 542, Washington, 1942.

<sup>3</sup> Ch. B. Wilson. The Copepods of the Plankton gathered during the Last Cruise of the Carnegie. Ibid., Publication 536, Washington, 1942.

<sup>4</sup> I. Graham H. W. The Phytoplankton. — II. Setchel W. A. Marine Algae. — III. Treadwell A. L. Polychaetous annelids. — IV. Tattersal W. M. The Mysids. — V. Maloney J. O. The Isopods. — VI. Barber H. G. The Halobates. — VII. Wetmore A. List of Birds. — VIII. Miscellaneous determinations. Ibid. Publication 555, Washington, 1943.



Карта плавания «Carnegie» 1928—1929.

было взято 34 станции, а затем перешёл в Тихий океан, покрыв его своими станциями (128) от 40° ю. ш. до 52° с. ш. Сбор планктона производился лишь из поверхностных слоёв (хотя гидрологические работы обычно велись до максимальных глубин), так что почти все данные «Carnegie» относятся к эпипланктону, а не к батипланктону (только на одной станции планктон был взят с глубины 1000 м). Планктон собирался сетным способом. На каждой станции, как правило, производился лов на трёх горизонтах: поверхность, 50 и 100 м, причём для облавливания 50- и 100-метрового горизонтов обычно спускались две сетки на одном тросе (сетки употреблялись однометровые и полуметровые). Проба поверхностного горизонта бралась одновременно с двумя другими, но с другого троса. Сетки протаскивались горизонтально настолько долго, чтобы получить обильный лов. Точного определения пройденного сетками расстояния не было. Сетки не замыкались, а потому при подъёме облавливались и другие горизонты. Однако, несмотря на указанные дефекты методики, согласно Wilson, не трудно было выделить случайный прилов. Все ловы производились в 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> а. п. (до полудня) по среднему местному времени. В промежутках между станциями (станции располагались в среднем через 300 морских миль) производились также добавочные ловы и в ночное время, что позволило судить о вертикальных миграциях копепоид в зависи-

мости от освещённости. Всего было собрано проб на зоопланктон в 208 точках, из них 166 точек приходится на Тихий океан.

По сборам «Carnegie», фауна копепоид Тихого океана значительно богаче таковой фауны Атлантического океана. Весьма показательны в этом отношении станции 34 и 35, взятые примерно на одном и том же расстоянии от Панамского перешейка и примерно на одной и той же глубине (около 3500 м): первая с атлантической стороны, а другая с тихоокеанской. На указанной станции в Атлантическом океане оказалось всего 48 видов рачков, в Тихом океане 91 вид. Далее, если сравнить серию станций, взятых в открытых частях Атлантического и Тихого океанов на одних и тех же широтах (станции 15—25 в Атлантическом океане, 130—135 и 148—152 в Тихом океане), то оказывается, что в Атлантическом океане в среднем на одну станцию приходится 36 видов, а на одну станцию в Тихом океане 66 видов. Наибольшее число видов на одной станции в Атлантическом океане было 60 (станция 32) и половина всех станций имела менее, чем по 25 видов. В Тихом океане же станция 56 принесла 108 видов, 14 станций принесли каждая от 80 до 96 видов, 17 станций 71—78 и только 15 станций (12% от всех станций) — 25 видов. Общее количество всех видов в Тихом океане 265, в Атлантическом океане всего 132 (примерно на 100% меньше). Всего Wilson приводит 283

вида, причём 4 вида оказались новыми, из них 2 принадлежащих к 2 новым родам.

Богатство фауны *Sopropoda* Тихого океана касается не только видового его состава, но и массовости развития отдельных видов. Однако бросающееся в глаза богатство фауны *Sopropoda* Тихого океана, возможно; будет несколько иным; если, как указывает Wilson, учесть следующее обстоятельство: «Carnegie» работал главным образом в наименее продуктивных районах Атлантического океана (наиболее богатый планктон, по Jespersen, в районе Азорских островов), а исследованный район Тихого океана является, наоборот, весьма продуктивным.

Пробы для исследования фитопланктона собирались с помощью Петтерсеновской планктонной помпы с сетяным фильтром, через который с каждого горизонта обычно пропускалось около 800 л. Однако один сетяной планктон для исследования круговорота веществ, как показали исследования Graham, оказался недостаточным. По данным «Carnegie», в некоторых случаях пересыщение водных масс кислородом не совпадало с массовым развитием диатомей и динофлагеллат. Последнее указывает на то, что здесь основную роль играли фитосинтезирующие организмы, не улавливаемые сетяными фильтрами.

В работе W. A. Se'chell приводятся некоторые данные о высших водорослях, собранных при планктонных довах (в основном это были обрывки *Sargassum natans* (L.) Meyen и *S. fluitans* Boerg). Уже, судя по этим отрывочным данным, не трудно составить себе представление о значительной роли крупных плавающих водорослей на поверхности моря. К сожалению, на это весьма существенное биологическое явление экспедицией, повидному, не было обращено должного внимания, и специальных непрерывных наблюдений в течение всех рейсов, которые бесспорно позволили бы составить любопытную карту распределения частоты встречаемости крупных плавающих водорослей, организовано не было.

Большой интерес представляет статья A. L. Treadwell, в которой излагаются многочисленные данные о планктонных многощетинковых червях. Следует отметить, что наши сведения о планктонных многощетинковых червях до последнего времени оставались крайне скудными, а потому вполне понятно, что в сборах «Carnegie», обработанных A. L. Treadwell, оказалось свыше половины новых видов (всего 28 видов, из них новых 15, в том числе новый род).

Материал по мизидам, по W. M. Tattersall, сравнительно небогат как в видовом, так и в количественном отношении [за исключением *Siriella thompsonii* (Milne Edw.)], но содержит ряд редких и интересных форм (всего автор приводит 7 видов, из них 2 новых, причём один, принадлежащий к новому роду). Равноногих раков (*Isopoda*), по J. O. Maloney, всего 5 видов, большая часть которых ползает весьма широко распространением. Из пелагических насекомых H. G. Va'ber указывает 3 вида водяных клопов из сем. *Gerridae*. Данные же по пиддам ограничиваются весьма случайными сборами.

П. В. Ушаков.

## БИОХИМИЯ

### ВИТАМИНЫ МЁДА

Пчелиный мёд имеет большое значение в питании человека, и поэтому он, полученный из разных источников, неоднократно подвергался анализам с целью определить в нём наличие того или иного витамина.

Прежде всего предполагали, что мёд содержит витамин С, так как легко наблюдать, что мёд редуцирует иод и дихлорфенолиндофенол, причём восстановительная способность мёда не изменяется от его нагревания. Но точными анализами было выявлено, что редуцирующие вещества мёда представлены дериwатами протеинов, а не витамином С.

В 1935 г. на двух образцах удалось показать, что мёд содержит витамин В<sub>2</sub>, а несколько позднее было обнаружено, что мёд, собранный с мяты, содержит достаточные количества аскорбиновой кислоты. Содержание её колебалось в пределах 160—300 мг/100 г мятного или тминного мёда и 7—22 мг/100 г мёда, собранного пчелами с других растений. Этим данным противоречат анализы серии сортов мёда, где было найдено всего лишь 0.55—20.9 мг аскорбиновой кислоты в 100 г мёда.

Новые работы, выполненные в США (M. Haydak et al. Journ. of Nutrition, 23, 581, 1942) при помощи микрохимических и микробиологических методов, показали, что содержание того или иного витамина в меду сильно варьирует в зависимости от источника, с которого был собран мёд и от количества в нём пыльцы.

Удаление пыльцы из мёда с целью его очистки приводит к почти полному освобождению его от витаминов.

Очищенный мёд содержит практически ничтожные, с потребительской точки зрения, количества витамина В<sub>1</sub> и витамина С, а именно количественное содержание тиамина колеблется от 2 до 9 мкг на 100 г мёда, а аскорбиновой кислоты от 0.5 до 5 мкг на то же количество. Рибофлавин присутствует в пределах 35—145 мкг на 100 г мёда, т. е. слишком низкие количества, чтобы иметь какое-либо значение при его потреблении. Пиродоксин и пантотеновая кислота также имеются в меду. Количество первого равно 200—500, а пантотеновой кислоты 25—200 мкг. Значительно больше содержится в некоторых сортах мёда ниацина. Его цифры варьируют от 4 мг на 100 г шалфейного и липового мёда до 80 мг у смешанных мёдов.

Анализы 40 образцов мёда, полученных из разных штатов США, проделанные в самое последнее время (G. Kirt'es et al. Journ. of Nutrition, 26, 241, 1943), вновь подтвердили факт, что содержание тех или иных витаминов в меду количественно сильно колеблется, что обзано, с одной стороны, источнику мёда, а с другой — количеству цветочной пыльцы, т. е. зависит от флоры местности. Интересно отметить, что эти же анализы указывают на то, что при хранении мёда в нём происходит потеря некоторых витаминов (таблица).

Параллельно было найдено, что мёд содержит следы витамина Н (биотина) — в среднем

| µг/100 г                   | Рибофлавин | Пантотено-<br>вая кислота | Ниацин     | Тиамин   | Пиридоксин |
|----------------------------|------------|---------------------------|------------|----------|------------|
| Мёд                        |            |                           |            |          |            |
| Сбор 1935—1939 гг. . . . . | 21.8±3.0   | 20.4±2.4                  | 124.4±11.0 | 3.5±0.2  | 7.6±0.66   |
| Средние пределы . . . . .  | 9—64       | 9—60                      | 63—600     | 1.4—6.2  | 4—14       |
| Сбор 1940—1942 гг. . . . . | 26.3±2.1   | 54.4±3.6                  | 108.5±9.1  | 4.4±0.50 | 10.0±1.1   |
| Средние пределы . . . . .  | 7—60       | 20—360                    | 72—580     | 2.2—12   | 4—27       |

0.066 µг, а также фолевую кислоту в среднем 3 µг на 100 г мёда.

Анализы цветочной пыльцы и «маточного корма» (royal jelly) показали, что эти продукты содержат значительно большие количества витаминов В-комплекса.

Очистка испытанных сортов мёда при помощи фильтрования через бумажные фильтры (Ватман № 40), приводит к снижению рибофлавина на 40%, а ниацина на 25%.

Отсюда можно утверждать вообще, что содержание витаминов в мёде зависит от количества той пыльцы, которая в нём находится.

Наконец, не менее любопытно сообщение об антигеморрагической активности мёда (A. Vivip et al. Proceed. Soc. exper. biol. a. med., 53, 9, 1943). Так, при опытах на цыплятах оказалось, что мёд, будучи смешан с базальной диетой птиц, недостаточной по витамину К, имел антигеморрагический эффект, эквивалентный почти 0.25 µг 2-метил-1:4-нафтохинона на 1 г своего веса. Однако этот эффект был значительно меньшим, когда мёд вводился в цыплят в водном растворе непосредственно.

На этом основании можно было предполагать, что нормальная секреция жёлчи, как известно, благоприятствующая утилизации витамина К, не происходила, когда мёд животным давался в водном растворе.

Для подтверждения этого допущения, были проделаны опыты по кормлению цыплят водной взвесью сена из люцерны с этил-лауратом и без него, которые показали, что при отсутствии этил-лаурата антигеморрагическое действие люцерны было совершенно ничтожным.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

## ВИТАМИНЫ И ПОТ

Знание химического состава пота до сих пор остаётся фрагментарным. Причины этого многочисленны. Прежде всего даёт о себе знать трудность сбора этой биологической жидкости; далее на химию пота оказывает влияние та поверхность тела, где он собирается, и, наконец, невозможность работы с животными. Между тем, знание химии пота имеет большое значение, так как установлено [1], что в тропиках и жарких странах человек теряет его ежедневно в количестве 5—12 л и что эта потеря может рассматриваться не только, как потеря человеческого организмом его солей, хотя и в форме исключительно слабых растворов, но и других физиологически важных веществ.

Опыты последнего времени [2], выполненные на «нормальных» молодых людях, свободных от физических недостатков (солдаты и студенты), показали, что в поту содержатся витамины. Так, витамин С содержится в поту в среднем 0.03 мг на 100 мл его. Эта концентрация не зависит от количества витамина, поглощаемого с пищей.

Концентрация тиамин равна, приблизительно, 0.2 гаммы на 100 мл пота. Тогда как рибофлавин содержится в том же количестве пота несколько больше — 0.5 гаммы.

Ниацин (или его биологические дериваты) присутствуют в количестве 0.1 мг на 100 мл. Причём оказалось, что образцы пота, собранные одновременно с рук (от плеча до кисти), лица, торса и бедра, обнаруживают заметные различия, как в общей концентрации, так и в концентрации отдельных витаминов.

Этот факт распространяется и на содержание в поту хлоридов, лактата, мочевины, креатинина и мочевой кислоты.

Сбор пота у экспериментальных субъектов производился при покое или же при средней работе. В большинстве случаев внешняя температура была 49°C при 25% относительной влажности. Часть опытов была выполнена при температуре 37—38°C и более чем 65% относительной влажности.

Следовательно, в отношении витаминного питания, потери этих пищевых факторов (при изученных условиях) с потом могут считаться, незаслуживающими внимания, за исключением ниацина. Его потери наиболее значительны.

Что касается хлоридов, то их концентрация в поту с кистей на 30—70% выше, чем у пота, собранного со всего тела в то же самое время. Причём концентрация хлоридов в поту очень изменчива, но вполне независима от концентрации хлорида натрия в плазме крови.

Микробиологическая техника [3] определения количеств того или иного витамина в поту показала, что пот в среднем содержит в одном литре 150 µг тиамин, 120 рибофлавина, 300 пантотеновой кислоты и 250 ниацина.

В этих опытах пот (100—200 мл) собирался от «нормальных» людей, посаженных по шею в специальные резиновые баки, на 20—30 минут, в особых комнатах, воздух которых нагревался электродами.

Полученные цифры указанных витаминов рассматривались, как соответствующие 1.0—10.0% количества витаминов средней американской диеты.

При этих же опытах не было получено ясных доказательств, что потребление больших

доз витамина (per os или интрамышечными инъекциями) производит какое-либо увеличение их при секреции пота.

Инкубация пота в течение 24 часов при 37°C не изменяет в нём концентрации пантотеновой кислоты, ниацина или рибофлавина. Из этого можно заключить, что бактерии в поту не имеют отношения ни к образованию, ни к разрушению этих витаминов.

При этих же опытах по хранению пота было лишь замечено снижение концентрации тиамина, но это обязано переходу пота из кислого состояния в щелочное.

Анализы пота, выполненные несколько позже другими авторами [4], с целью ревизии данных по количественному содержанию в нём аскорбиновой кислоты, показали, что этот витамин в поту восьми взятых образцов колеблется в пределах 0.025—1.1 мг/о, причём дегидроаскорбиновая кислота присутствовала во всех образцах, но все найденные количества её были настолько малы, чтобы можно было предполагать, что они вызывают С-витаминную недостаточность при усиленном потении.

### Литература

- [1] D. Dill et al. Amer. Journ. Phys., 123, 412, 1938. — [2] O. Mickelsen and A. Keys. Journ. Biol. Chem., 149, 479, 1943. — [3] T. Cornbleet et al. Journ. amer. med. Ass., 122, 426, 1943. — [4] E. Kirch et al. Proceed. Soc. exper. Biol. a. med., 54, 307, 1943.

Д-р И. Ф. Леонтьев.

## МИКРОБИОЛОГИЯ

### АНТИБИОТИКИ И ВИРУСЫ

В последние годы хемотерапия различных бактериальных болезней сделала очень большие успехи. Мы знаем, какую огромную роль сыграли стрептоцид, сульфидин и другие сульфаниламиды в деле борьбы с кокковыми инфекциями и каким могущественным средством при тех же инфекциях оказался пенициллин. Все эти вещества не обладают, или лишь в слабой степени обладают способностью убивать бактерии, однако они ограничивают размножение чувствительных к ним бактерий и тем самым помогают организму в борьбе с ними. Такого рода вещества, действующие, как говорят, бактериостатически, в отличие от убивающих бактерий или бактерицидных веществ, получили название «антибиотики».

Естественно, что ошеломляющие успехи в применении антибиотиков при бактериальных инфекциях побудили испытать их и при вирусных заболеваниях. Сульфаниламиды были испытаны, при гриппе, энцефалите, ящуре, желтой лихорадке и при разнообразных других вирусных инфекциях. К сожалению, как в клинике, так и при экспериментальных инфекциях у животных сульфаниламиды оказались неспособными подавлять вирусы и только косвенно благоприятствуют течению болезни в тех случаях, когда к вирусному заболеванию присое-

диняются чувствительные к этим препаратам микробы, что нередко имеет место при оспе или гриппе. Сульфаниламидами оказались весьма эффективными, хотя и не вполне подавляющими вирус только при вирусных заболеваниях группы пситтакоза. Пситтакоз — вирусная болезнь попугаев, иногда поражающая и человека. К этой же группе мы относим очень тяжелую венерическую болезнь, известную под названием лимфогрануломы. Успешное лечение лимфогрануломы сульфаниламидами было крупным выигрышем в результате бесплодной в остальных отношениях работы по испытанию различных препаратов для лечения вирусных заболеваний. Пенициллин также безрезультатно был испытан уже при целом ряде вирусных заболеваний, как то: грипп, оспа, энцефаломиелит, лимфогранулома и другие.

Таким образом, мы видим, что проблема хемотерапии вирусных заболеваний остаётся нерешённой. Несомненно, что решение её было бы очень облегчено, если бы мы лучше знали физиологические условия саморепродукции вируса. Именно такая работа по изучению механизма саморепродукции вирусных белков в течение ряда лет ведётся лабораторией вирусных болезней растений Института микробиологии АН СССР.

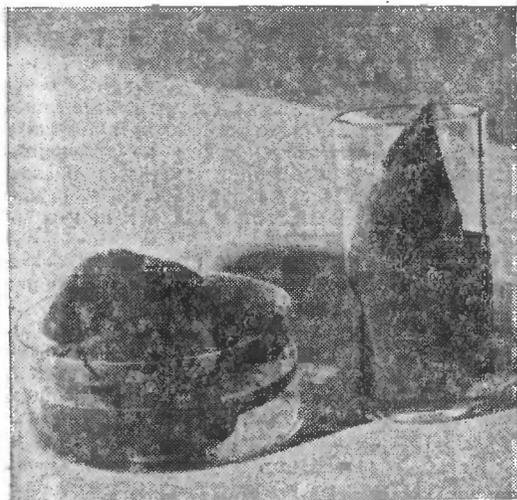
Этот вопрос исследуется нами на наиболее простой из возможных моделей. Мы изучаем физиологические условия накопления вирусного белка, вызывающего мозаичную болезнь табака. Одним из путей исследования условий саморепродукции вирусов является изучение действия различных веществ, стимулирующих или подавляющих известные ферментативные системы, на процесс накопления вируса.

Исследования такого рода крайне облегчаются существованием видов табака, у которых вирусный белок на месте проникновения уже на третий день после заражения вызывает местную некротическую реакцию. Опыт ведётся таким образом, что листья табака, реагирующего местным некрозом, например *Nicotiana glutinosa*, наполовину погружаются в растворы испытываемых веществ. Контролем служат такие же погружённые наполовину в воду листья, предварительно потёртые соком табака, содержащим вирус (фиг. 1). Опыт показывает, что погружение листьев в воду не препятствует развитию некрозов.

Совместно с нашими сотрудниками, К. С. Суховым, В. А. Смирновой и О. С. Городской, нами было испытано действие на некротические реакции разнообразных соединений. Большой интерес для понимания физиологических условий накопления вируса представляют уже отрицательные результаты. Установление того факта, что некротическая реакция наступает в растворах веществ, относительно которых хорошо известно, что они подавляют ту или другую энзиматическую систему, показывает нам, что накопление вирусного белка происходит и при устранении этих систем. Так было показано, что фтористый натрий, который останавливает превращение углеводов на определённой стадии, не может воспрепятствовать некротической реакции даже в таких концентрациях, в которых он сильно повреждает лист. Точно так же монооксидная кислота, препятствующая превращению углеводов, не остано-

вликает развития некрозов, а только уменьшает их размер. Малоновая кислота, которая способна подавлять окислительные процессы, идущие путём переноса атомов водорода с молекул одних органических кислот на другие, также не действует на некротическую реакцию, как и сернистый натрий или пиррофосфат, подавляющие ферменты; в молекулы которых входят тяжёлые металлы, например целый ряд окислительных ферментов.

Этим же методом было показано, что сульфидин, белый стрептоцид и красный растворимый стрептоцид не подавляют некротическую реакцию. Способность этих веществ подавлять развитие микробов приписывается тому, что они обладают способностью заменять



Фиг. 1. Два способа постановки опыта с листочками *Nicotiana glutinosa*, половинки которых погружены в различные растворы.

в бактериальной клетке необходимую для неё парааминобензойную кислоту. Из наших опытов можно сделать вывод, что конкуренция сульфаниламидов с парааминобензойной кислотой не создаёт никаких затруднений для саморепродукции молекул вируса табачной мозаики. Подобным же образом было показано, что целый ряд других соединений, например мочевины, тиомочевина, ацетон, паральдегид и другие вещества, не могут приостановить некротическую реакцию.

Приведённые выше примеры показывают, какое значение для физиологии вируса имеют подобные отрицательные результаты, однако исследования этого рода привели нас и к открытию веществ, подавляющих некротическую реакцию и ограничивающих накопление вируса табачной мозаики. Эти вещества можно рассматривать, как антибиотики, действующие против вируса, так как они не являются ядами по отношению к вирусу в узком смысле слова и не инактивируют вирус.

Раньше всего было показано, что некротическая реакция может быть подавлена при помощи цистина, аскорбиновой кислоты и тиамина (витамин  $B_1$ ). Действие тиамина было

изучено более подробно. Оказалось, что реакция подавления некрозов обратима и, если лист, погружённый в раствор тиамина, перенести в воду, то некрозы, хотя и с опозданием, всё же развиваются. Ранее подобное же обратимое подавление некротической реакции при помощи слабых растворов цианистых соединений наблюдал Woods.

В дальнейшем были получены данные, показавшие, что не только тиамин, но и многие другие амины обладают способностью в той или другой степени подавлять накопление вируса табачной мозаики. Эта способность имеется у гидроксиламина, у фенилгидрозина и анилина, хотя применение этих веществ оказалось очень затруднительным, в силу их токсического действия на ткани растений.

После того, как намечилась связь между способностью подавлять накопление вируса и содержанием в молекуле аминогрупп в определённом положении, мы испытали действие на некротическую реакцию риванола. Это вещество содержит две аминогруппы, и мы ожидали, что оно будет обладать мощным антибиотическим действием на вирус мозачной болезни табака. Наше предположение тотчас оправдалось в опытах, как это видно из приводимых фотографий. Погружение листьев в 0.01 — 0.02%<sup>т</sup> раствор риванола полностью подавляет некротическую реакцию (фиг. 2).

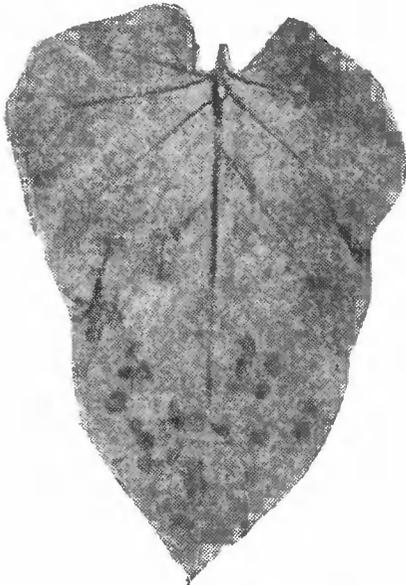
Мы захотели затем испытать вещество, которое было бы близко по своему составу к риванолу, но не имело бы свободных аминогрупп. Таким веществом является акрихин — известный антималярийный препарат. Мы ожидали, что он не сможет подавлять некротическую реакцию, и это предположение подтвердилось. Таким образом были открыты антибиотики по отношению к вирусному белку, и для некоторых из них установлена связь их действия с химическим их составом.

Кроме перечисленных выше соединений, сильным подавляющим действием на некротическую реакцию обладает также динитрофенол, который, как известно, вообще является ядом, подавляющим синтетические процессы и не затрагивающим или даже ускоряющим окислительные процессы.

Наши работы по изучению физиологических условий накопления вируса табачной мозаики были начаты ещё в 1938 г. В последнее время сходные задачи, разрешаемые сходными методами, были поставлены Spizzen по отношению к бактериофагу. Этот автор рассматривает бактериофаг, как бактериальный вирус, и использует его в качестве модели для изучения зависимости накопления вируса от энзиматических процессов.

Spizzen испытал действие целого ряда соединений на накопление бактериофага, причём, наряду с веществами, которые не влияют на накопление этого вируса, он обнаружил также вещества, подавляющие бактериофаг. Обращает на себя внимание значительное сходство условий подавления накопления вируса табачной мозаики, с одной стороны, и бактериофага с другой. Фтористый натрий, малоновая кислота и пиррофосфат не оказывают действия на саморепродукцию фага так же, как они не оказывают действия на вирус. Цианистый натрий, динитрофенол пол-

ностью подавляют фаг. Автор испытал действие на фаг только одного амина, а именно парааминофенола, и этот последний полностью подавляет фаг. Монооксидная кислота в опытах автора оказалась мощным ингибитором фага, но и в наших опытах она до некоторой степени ограничивала накопление вируса табачной мозаики, так как некрозы в листьях, по-



Фиг. 2. Лист *Nicotiana glutinosa*, нижняя часть которого была погружена в раствор риванола. Некрозы развились только на верхней непогруженной части листа.

груженных в её растворы, были значительно мельче, чем в контроле.

Поразительное сходство в действии различных подавителей ферментативных систем на столь далеко друг от друга стоящие вирусы позволяет заподозрить существенное сходство в физиологических условиях их саморепродукции.

Направление работ, краткий обзор которых мы здесь дали, нам представляется весьма перспективным не только в теоретическом отношении, но также и в практическом, так как оно вносит рациональную основу в поиски антибиотиков, которые позволили бы успешно лечить вирусные заболевания.

Проф. В. Л. Рыжков.

## МЕДИЦИНА

### МОЛОКО ГИПЕРИММУННЫХ КОРОВ КАК ФАКТОР ПАССИВНОГО ИММУНИТЕТА

В процессе многолетней разработки проблемы, связанной с новым направлением в биологической промышленности, конкретно касающейся производства медицинских и ветеринарных лечебных сывороток на крупном

рогатом скоте в сочетании и по ходу процесса его откорма на мясо, мы, наряду с прочим, провели ряд наблюдений и опытов с молоком гипериммунных коров (Московский институт им. Мечникова, 1940 — 1941).

В этом частном вопросе мы пришли к следующим выводам:

1. При наличии антител в крови они имеются также в слюне, поте, моче, мышцах, паренхиматозных органах и молоке.

2. Антитела могут быть и не связаны с белком, что подтверждается фактом их наличия в таких «белковых» веществах, как пот и моча, а также в растворе после полного ферментативного переваривания таких белковых продуктов, как мышцы и паренхиматозные органы иммунного животного (Опубликовано в «Бюллетене по обмену опытом работы институтов эпидемиологии и микробиологии», № 10, изд. Наркомздрава СССР, 1944).

3. Наличие больших количеств антител в мышцах и паренхиматозных органах иммунного животного представляет значительный интерес для теории и практики иммунитета. Этот факт является также важным и для прикладной иммунологии, так как благодаря ему позволено ставить в порядок дня разработку вопроса об использовании мяса и всех органов гипериммунного животного для извлечения из них огромного количества антител.

4. К данному моменту возможность практического получения от коров любого вида иммунного молока является вопросом в основном нами уже решенным. Важно отметить, что количество антител в молоке обнаруживается в размере  $1/10$  части и больше, по сравнению с наличием их в крови, при этом мы располагаем предположениями, обещающими в значительной мере усилить титр нативного молока.

5. Технология получения того или иного вида иммунного молока может быть и совсем не связана с получением от коров сывороток, т. е. от животных может не изыматься кровь, а вместо этого у них выдаивается молоко. При этом, принцип иммунизации коров остаётся тот же (т. е. согласно основ метода, разработанного нами для получения кровяной иммуносыворотки).

6. В нашей практике гипериммунизации коров анаэробными антигенами отмечено, что они при получении оптимальных доз антигена не реагируют снижением удоя, отсутствуют также и какие-либо реакции на иммунизацию.

7. Согласно данным Эрлиха и всей новейшей литературы, возможность элементарной пассивной иммунизации молоком гомологичного вида животных, содержащим те или иные антитела, остаётся вне всякого сомнения. Это подтверждается также нашим личным биологическим опытом и опытом Борисова, проведённым в 1935 и 1940 гг. (вскармливание жеребят молоком гипериммунной матери).

8. При практическом использовании иммунного молока в качестве пищевого продукта (как фактора пассивного иммунитета) должна стоять задача дать это молоко наиболее насыщенным антителами, что, в свою очередь, может быть обеспечено только несколько повышенной иммунизацией животных.

9. В ветеринарии гомологичное коровье иммумолоко как пищевой продукт с успехом может быть применено в борьбе с опустошительной в некоторых хозяйствах колипартифошной эпизоотией молодняка — телят. В этих целях потребуется лишь выделение в совхозе специальных групп коров-кормилиц и систематическая обработка их силами местного ветеринарного врача соответствующими антигенами.

10. Существующая концепция о неспособности передачи пассивного иммунитета при алиментарной иммунизации молоком гетерогенного вида животных, содержащим антитела, основанная на представлении о расщеплении белка и разрушении при этом антител, не увязывается с нашими опытными данными, о которых упомянуто в § 2. Вместе с тем, опыт вскармливания растущих белых мышей антигетерогенным коровьим молоком, являющимся гетерогенным для них, показал, что мыши получают при этом повышенную устойчивость к токсину-перфрингенину и что эта устойчивость специфична (Борисов, — доложено научной конференции Сыророточного отд. Московского инст. им. Мечникова в 1941 г.).

11. Мы считаем, что независимо от того, является ли молоко гипериммунной коровы к той или иной инфекции по своему белку гомологичным или гетерогенным для животного или человека, — в настоящее время имеются все основания использовать такое молоко как пищевой продукт в качестве мощного профилактического фактора при инфекциях. Ассортимент видов иммунного молока может быть достаточно широк (например, против дизентерии, анаэробных токсикозов и т. д.).

Применение такого молока в некоторых пунктах или районах может получить характер массовой профилактики детей.

12. Возможность же выпуска иммунного молока не только в натуральном виде, но и в виде различных кулинарно-диетических витаминизированных изделий и лакомств, где позволяет широко применять сухое молоко, делает особо ценным данный иммуно-пищевой продукт.

13. Иммунное коровье молоко в виде молочной сыворотки открывает широкие перспективы также и в парентеральной иммуноэлектротерапии и профилактике, по примеру использования его как и кровяных иммуносывороток (безвредность и атоксичность иммунной молочной сыворотки и колоссальная экономическая выгода получения иммуномолока, по сравнению с производством лошадиных сывороток).

14. Однако, если применение иммунного коровьего молока, как профилактически-пищевое продукта, является делом, которое может быть реализовано уже сейчас, то в отношении парентерального его применения ещё требуется (ввиду недостаточности титра нативного молока) разработка вопроса концентрации антител в единице объема молочной сыворотки, чем мы сейчас и озабочены.

Проф. Ф. Н. Щенетов.

## БОТАНИКА

### МЕЖВИДОВЫЕ ГИБРИДЫ ДУБОВ

Анемофильность дубов способствует тому, что различные виды дуба (*Quercus*), растущие зачастую в непосредственной территориальной близости, легко опыляют друг друга. По подсчетам Поль [1] для сидяче-цветного дуба, одна мужская серёжка даёт 554 400 штук пыльнок. Следовательно, общая продукция пыльцы у дубов очень велика. Дубовая пыльца обладает хорошей летучестью: по данным Ремпе [2] она может быть отнесена на расстояние до 60—70 км и подняться до высоты 2000—3000 м. На расстоянии 8 м от пылящего дерева и на высоте 2 м от уровня почвы, по данным Поль, на 1 мм<sup>2</sup> поверхности (вепличина, до известной степени, отвечающая площади рыльца дуба) за 2 часа опадает до 17 опыляющих отдельных (т. е. отдельных пыльцевых зёрен и групп их). Таким образом, взаимное опыление видов дубов, особенно если они растут в одном насаждении, может произойти чрезвычайно легко. Правда, успешное опыление ещё не определяет собой оплодотворения и дальнейшего развития завязи в плод. По исследованиям Зоммер [3] из 6 семян, имеющих в завязи дуба, только одна способна к оплодотворению, и для того, чтобы оно произошло, необходимо, чтобы пыльца попала именно на то ответвление рыльца, которое соответствует гнезду завязи, содержащему способную к оплодотворению семечку. Повидимому, это не так часто происходит и в соединении с явлением биологической избирательной способности гамет, установленной акад. Т. Д. Лысенко, объясняет то, что межвидовые гибриды дубов не так уж часто встречаются в природе, даже когда различные виды дуба растут в одном лесном насаждении.

Первое упоминание в литературе о гибриде дуба относится к 1750 г. в переписке Маршала (Marschal). Оно относится к обнаруженному в 4 милях от Филадельфии оригинальному дубу, который стал известен под названием «Бартрамова дуба» — по имени владельца фермы, где он был найден. Маршал высеял несколько жолудей от этого дуба в своём арборетуме в Маршалтоне, и деревья, выросшие из них, просуществовали более столетия. В 1810 г. этот же дуб был описан Мишо (André Michaux) [4] в его «Histoire des arbres Forestiers de l'Amerique septentrionale» под названием *Quercus heterophylla* — такое название указывает на то, что листья у этого дуба были разнообразны по форме. В настоящее время Редер [5] считает его гибридом между *Q. phellos* и *Q. borealis maxima*. Второй гибрид, получивший широкую известность, был найден в 1765 г. Люкомбом (Lucomb), владельцем древесного питомника в Англии, среди семян *Q. cerris* в виде одного экземпляра который отличался более мощным ростом, а также оставлением листьев на зиму, тогда как *Q. cerris* листья сбрасывает. Гибриднему сеянцу было приписано происхождение от *Q. cerris* (ж) и *Q. suber* (м), последний рос неподалеку от того дерева *Q. cerris*, с которого Люкомб собрал жолуди для посева в питомнике. В 1792 г. от этого

гибрида был получен урожай жолудей и было выращено потомство, среди которого два сеянца значительно приближались к *Q. suber*. Эта гибридная форма была размножена путём прививок и в настоящее время широко распространена в Англии. Первое дерево, в возрасте 20 лет, было срублено Люкомбом (как об этом сообщает Лоудон [8]), на гроб, который Люкомб готовил для себя, но прожил ещё после этого очень долго, дожив до 102 лет. Интересно, что гибриды между *Q. cerris* и *Q. suber* были впоследствии найдены в большом числе в лесах на юге Франции, в Испании, Сицилии, Италии, словом, везде там, где эти два вида растут вместе. Они известны в литературе под названием *Q. hispanica* Lamk. или *Q. pseudosuber* Santl.

С развитием систематики и учения о растительных гибридах, в литературе появлялось всё больше описаний дубов несомненной гибридной природы. О темпах, с которыми шло установление гибридов дубов, можно судить по следующим данным, относящимся только к американским дубам. Энгельман [7] описывает 11 межвидовых гибридов дуба в Америке. Фоке [8] в своей известной сводке по растительным помесям приводит то же число. Серджент [9] в своей капитальной многотомной работе, о лесах Северной Америки даёт описание уже 18 межвидовых гибридов. Трелис [11] в специальной статье, посвящённой названиям американских гибридных дубов, насчитывает их уже 42. Серджент [10] в более новой работе даёт описание уже 47 гибридов дуба и, наконец, Джонсон [12] в опубликованном им списке гибридов северо-американских древесных пород числит уже 77 гибридных форм дуба.

Критически обработав соответствующие литературные источники, нами составлен был список естественных межвидовых гибридов дуба, насчитывающий 104 гибридных формы. Среди них имеются гибриды между видами, принадлежащими к одной и той же секции рода, и межсекционные гибриды.

| Характер гибридов   | Количество гибридных форм                      |
|---------------------|--|
| Между видами секции | <i>Cerris</i> 3                                |
|                     | <i>Lepidobalanus</i> 42                        |
|                     | <i>Erythrobalanus</i> 38                       |
| Межсекционные       | <i>Cerris</i> × <i>Lepidobalanus</i> 8         |
|                     | <i>Mesobalanus</i> × <i>Lepidobalanus</i> 11   |
|                     | <i>Lepidobalanus</i> × <i>Erythrobalanus</i> 2 |
|                     | Всего 104                                      |

Очень редки гибриды между видами из секции *Erythrobalanus* и видами из других секций, что может быть объяснено следующим: по данным Гофмейстера [13] и Конрада [14] у видов секции *Erythrobalanus* оплодотворение происходит через 13—14 месяцев после опыления. При этом прорастание пыльцы и проникновение её в канал столбика совершается очень скоро, но затем замедляется, и в нижней части канала пыльцевая трубка задерживается

до полного сформирования семяпочки, которое наступает через 13—14 месяцев, и жолуди, таким образом, созревают только на второй год после опыления. У видов из других секций рода, с однолетним созреванием жолудей, интервал между опылением и оплодотворением равен всего 2—3 месяцам. Несовпадение между ходом развития завязи у видов с двухлетним созреванием и жизненным циклом пыльцы видов с однолетним созреванием может явиться одной из причин, почему эти межсекционные гибриды редки. Кроме того, виды из секции *Erythrobalanus* отличаются от остальных по своей физиологической природе. Как показали наши исследования [15], например, оптимальная концентрация сахарозы для прорастания видов из секции *Erythrobalanus*—1.0 N, тогда как для видов из секции *Cerris*, *Mesobalanus* и *Lepidobalanus*—0.6 N. Кроме того, как показали опыты, в присутствии рылец видов из секции *Erythrobalanus* пыльца видов, принадлежащих к секции *Lepidobalanus*, снижает % прорастания. Очевидно, физиологически эти две секции разнородны.

История экспериментального получения межвидовых гибридов *Quercus* имеет уже столетнюю давность. В 1845 г. Клох (Kloisch) скрестил *Q. sessiliflora* Sm. с *Q. pedunculata* Ehrh (*Q. robur* L.). Затем Гале [16] производил опыты скрещивания *Q. falcata* Michx с *Q. phellos* L. Гешвинд [19] получил 4 гибридных растения от скрещивания *Q. sessiliflora* Sm. с *Q. robur* L. Несс [20, 21, 22] сообщил о получении им гибридов между *Q. ulreinjiana* Mill. (м) с *Q. lyrata* Walt., *Q. bicolor* Walt., *Q. minor* Sarg., *Q. platanooides* Ludw.

Всего им было получено 20 гибридных растений. У нас в СССР гибридизацией дубов занимался А. И. Колесников [23], сообщавший о получении гибрида между *Q. robur* L. и *Q. macrocarpa* Michx.

Наши работы [15, 16] начаты были в 1937 г. и прервались с началом Отечественной войны в 1941 г. Всего за 5 лет было осуществлено более 105 тысяч отдельных скрещиваний и получено около 2700 гибридных жолудей от 31 комбинации из 39 комбинаций скрещивания, которые были осуществлены. Удалось получить не только межвидовые, но и межсекционные гибриды и даже между секцией *Erythrobalanus* и видами из других секций [16]. Об успешности межвидовых скрещиваний по данным моих опытов можно судить по помещаемой здесь диаграмме. Самые неудовлетворительные результаты были получены при опылении *Q. borealis maxima* (секц. *Erythrobalanus*) пыльцой видов из других секций, что подтверждает уже вышесказанное.

Известные межвидовые гибриды, и естественные и экспериментальные, по своему внешнему виду имеют, обычно, промежуточный характер между своими родителями. Повидимому, имеет место также матроклиния (особенно часто) и патроклиния. Среди естественных межвидовых гибридов этого, конечно, установить нельзя, но в экспериментальных работах Гале [16] и наших такие факты имеются, особенно, как это ясно показали наши работы, в том случае, если в качестве одного из родительских видов берётся вид, наиболее приспособленный к местным условиям, в ко-

торых производятся опыты и выращиваются гибридные растения, как, например, обыкновенный дуб в условиях Украины.

Межвидовые гибриды дубов обычно хорошо плодоносят. Для большинства естественных гибридов, описанных в литературе, есть прямые на это указания. Экспериментально полученные Гешвиндом [19] и Нессом [22] гибриды также были доведены до плодоношения. Имеются исследования Сакса [24], говорящие о том что межвидовые гибриды дубов дают хорошую

потомство «Люкомбова дуба» в  $F_2$  дало большое расщепление, причём два растения оказались значительно схожими *Q. suber* L. Относительно потомства гибрида  $\times Q. rosacea$  Bechst. (*Q. sessiliflora*  $\times$  *Q. robur*) нет прямых данных, но сильное варирование имеющихся растений, относящихся к этой гибридной форме, заставило предположить Моссé [36], что многие из них являются продуктами расщепления.

Мак-Дугал [36] изучил потомство  $\times Q. heterophylla$ . Оказалось, что в  $F_2$  часть семян сильно приближалась к *Q. phellos*, другие же начинали *Q. borealis maxima*. Остальные семена по своему характеру располагались между этими двумя полюсами. Этот же автор исследовал потомство у  $\times Q. Rudkinii$  Britt. (*Q. marilandica*  $\times$  *Q. phellos*) и нашёл, что в  $F_2$  различия у семян были не более велики, чем у семян хороших видов с устойчивой наследственностью. На этом основании Мак-Дугал заключил, что *Q. Rudkinii* может считаться не гибридом, а хорошим видом, с чем не согласился Аллард [37], считающий эту форму несомненным гибридом, а явление нерасщепления в потомстве объясняющий тем, что неизвестна генерация гибрида, с которой имел дело Мак-Дугал. Аллард вырастил десятилетние сеянцы от  $\times Q. saulii$  (*Q. alba*  $\times$  *Q. montana*). По внешнему виду они представляли из себя целую серию промежуточных форм, приближающихся к тому и другому родительскому виду. Сеянцы, полученные от жолудей  $\times Q. Bebviana$  (*Q. alba*  $\times$  *Q. macrocarpa*), были посажены в 1880 г. в Арнольд-Арборетуме и по Серджент [9] репродуцировали листья своего родителя. Несс [22] и Джернел [38] описывают  $F_2$  экспериментальных гибридов между *Q. virginiana* и *Q. lyrata*. По большинству признаков в  $F_2$  наблюдалось расщепление.

Все приводимые работы, трактующие о характере потомства у гибридов дубов, имеют один общий недостаток, заключающийся в том, что потомство изучалось от неконтролируемого опыления, в силу чего нельзя быть уверенным, что женские цветы гибрида были опылены его же пыльцой, а не пыльцой какого-либо другого вида, растущего поблизости; как это было установлено Несс [22], когда он получил в потомстве своих гибридов сеянцы, по листьям напоминающие *Q. minor*, последний же рос неподалеку от гибридных растений. Гибриды же, да особенно впервые плодоносящие, как показал И. В. Мичурин, вообще склонны к скрещиванию с другими видами. Таким образом можно предполагать, что то, что принималось исследователями за  $F_2$ , на самом деле могло быть не продуктом расщепления, а проявлением ди-гибридности.

Межвидовые гибриды дубов имеют практический интерес в силу того, что они проявляют гетерозис, причём он обнаруживается не только у первой гибридной генерации, но и у второй. Гетерозис был отмечен у «Бартрамова дуба» ( $\times Q. heterophylla$ ), у «Люкомбова дуба», у гибрида, полученного Ключ [17], у гибридов, полученных Несс, причём у этих гибридов, по Джернел [38], мощный рост, лучший, чем у родительских видов, наблюдался у некоторых растений второй генерации.

|                           | Секция | <i>Q. suber</i> | <i>Q. macrocarpa</i> | <i>Q. robur</i> | <i>Q. fastigiata</i> | <i>Q. alba</i> | <i>Q. macrocarpa</i> | <i>Q. montana</i> | <i>Q. borealis maxima</i> |
|---------------------------|--------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| <i>Q. suber</i>           | ♀      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. macrocarpa</i>      | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. robur</i>           | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. fastigiata</i>      | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. alba</i>            | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. macrocarpa</i>      | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. montana</i>         | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |
| <i>Q. borealis maxima</i> | ♂      | ♂               | ♂                    | ♂               | ♂                    | ♂              | ♂                    | ♂                 | ♂                         |



Успешность межвидовых скрещиваний в р. *Quercus* по данным опытов 1937—1941 гг.

фертильную пыльцу. Камю [25] указывает, что ей приходилось наблюдать некоторые ненормальные отклонения в строении цветов у дубовых гибридов, как то: замещение пестичных цветов тычиночными и др., но подобные наблюдения приходилось нам делать и у дубов, не имеющих гибридной природы. Так, приходилось наблюдать появление пестичных цветов, расположенных в мужских сережках у *Q. robur* L. и *Q. macrocarpa* F. et M., а также образование обоеполых цветов у *Q. macrocarpa* и развитие тычиночных цветов на женском цветоносе.

По исследованиям ряда авторов [24, 26—34], охватившим 42 вида и 7 межвидовых гибридов рода *Quercus*, в этом роде полиплоидия не установлена. Для всех видов  $n = 12$  и  $2n = 24$ .

Нативиде [30] выдвинул гипотезу, что виды р. *Quercus* являются аллотетраплоидами, считая, что основное число хромосом у дуба должно быть принято за шесть и что современные виды с их хромосомами являются по существу тетраплоидами. Так или иначе, но межвидовые гибриды дубов являются вполне фертильными, и, по видимому, со стороны хромосомального аппарата нет препятствий к нормальному развитию у них микро- и макрогамет и к их сочетанию в зиготу и к её последующему развитию в семя.

Потомство гибридов дуба неоднократно исследовалось. Выше уже упоминалось, что

## Литература

[1] F. Pol. Beihefte z. Bot. Centralblatt, B. 51, Abt. 1, H. 3, 1933. — [2] Remppe, Planta B. 27, 1937. — [3] Sommer, Flora B. 124, H. 1, 1929. — [4] A. Michaux, Histoire des arbres Forestiers de l'Amerique septentrionale, 1810. — [5] A. Rehder, Manual of cultivated Trees and Shrubs, New York, 1927. — [6] J. C. Loudon, Arboretum et fruticetum Britannicum, London, 1838. — [7] Engelmann, The Transactions of the Academ. of Science of St. Louis, V. III, 1878. — [8] W. O. Focke, Die Pflanzen-Mischlinge, Berlin, 1881. — [9] C. S. Sargent, The silva of North America, v. VIII, New York, 1896. — [10] Он же, Manual of the Trees of North America, New York, 1926. — [11] Trelease, Proceedings of the American Philosophical Society, v. LVI, № 1, 1917. — [12] L. P. V. Johnson, Canadian Journal of Research, v. 17, № 12, 1939. — [13] W. Hofmeister, Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik, B. I, 1858. — [14] A. H. Conrad, The Botanical Gazette, v. XXIX, № 6, 1900. — [15] С. С. Пятницкий, Лесное хозяйство, № 7, 1939. — [16] Он же, Докл. Акад. Наук СССР, т. XXX, № 9, 1941. — [17] Klotzsch, Ber. Verhandl. K. Preuss. Akad. Wiss. 1854. — [18] L. D. Gale, Proceedings of the National Institute, v. 1, № 1, 1855. — [19] R. Geschwind, Centralblatt für das gesammte Forstwesen, II, 1876. — [20] Ness, The Journal of Heredity, v. IX № 6, 1918. — [21] Он же, Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 1919. — [22] Он же, The Journal of Heredity, v. 18, № 9, 1927. — [23] А. И. Колесников, Социалистическое растениеводство, № 5—6, 1933. — [24] H. J. Sax, Journal of the Arnold Arboretum, v. XI, № 4, 1930. — [25] A. Camus, Les chênes. Monographie du genre Quercus, Paris, 1934. — [26] Wetzel, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. B. XLVI, 1928. — [27] Он же, Botan. Archive, B. 25, H. 3—4, 1929. — [28] V. Ghimpu, Revue de Bot. Appliquée et d'Agricult. Tropicale, № 91, 1929. — [29] Friesner, Bufler University Bot. Studies, v. 1, p. 6—7, 1930. — [30] Natividad, Bolet. da Soc. Broteriana, v. XII—II ser., 1937. — [31] F. Hoeneg, Bot. Tidsskrift, B. 40, 1929. — [32] Jaretzky, Planta, B. 10, H. 1, 1930. — [33] J. Fouarge, Bull. de l'Inst. Agronom. et des stat. de Recherches de Gembloux, t. VIII, № 2, 1939. — [34] Duffield, Amer. Journ. of Bot., v. 27, № 9, 1940. — [35] Moss, The Journ. of Botany, v. XLVIII, 1910. — [36] D. T. Mac Dougal, The Botanical Gazette, v. XLIII, № 1, 1907. — [37] H. A. Alford, Bull. of the Torrey Bot. Club, v. 59, 1932. — [38] Jarnell, Journal of the Arnold Arboretum, v. XIV, № 1, 1933.

С. С. Пятницкий.

## О РАСПРОСТРАНЕНИИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА JUNIPERUS OBLONGA M. В. НА АПШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Можжевельник *J. oblonga* M. В. в литературе указывается только для западной части Апшеронского полуострова.<sup>1</sup> Считается, что

этот вид можжевельника на восточном Апшероне в диком состоянии не растёт. Неизвестны и другие виды его.

В декабре 1944 г. нами<sup>2</sup> констатирована заросль *J. oblonga* M. В. возле Нардаранского маяка на северо-восточном побережье Апшеронского полуострова (в 3 км к западу от сел. Нардаран и Билья). Можжевельник произрастает здесь на скалах апшеронского известняка, образующего в этом месте вертикальный террасовый уступ высотой до 5—10 м, обращённый в сторону приморской песчаной полосы. Обособленные кусты можжевельника раскиданы как по самому обрыву в щелях, так и на горизонтальной обнажённой поверхности известняка, выше обрыва. Описываемое местонахождение является изолированным островком, вытянутым в виде узкой полосы вдоль обрыва, приблизительно на протяжении 1—1.5 км (с севера на юг), шириной в несколько десятков метров.

Сплошных зарослей можжевельник не образует, и одиночные кустики его отстоят друг от друга то на несколько метров, то на значительно большее расстояние. Каждый кустик представляет из себя округлую густую подушку диаметром до 0.5—1.5 м (редко больше), не поднимающуюся над поверхностью скалы выше чем на 20—50 см. Ветви обычно тесно переплетены и густо облиственны. В этом отношении *J. oblonga* M. В. у Нардаранского маяка сильно отличается от типичного *J. oblonga* M. В., растущего, например, в окрестностях Тбилиси. Листья у апшеронского *J. oblonga* M. В. более короткие, чем у типичной формы, достигают в среднем 6—16 мм длины. Значительно реже отдельные листики имеют до 17 мм (даже до 20 мм) и лишь у одного кустика некоторые из листьев достигали 22 мм. Средняя ширина листьев 1—1.5 мм, реже меньше 1 мм. Довольно часты укороченные листья, сидящие на более толстых веточках, имеющие размеры 4 (7) × 1.5 (2) мм с более тупыми вершинами, чем у нормально развитых листьев. Плоды то округлой формы (6 × 6 мм), то округло-овальной (7.2 × 7 мм; 8 × 9 мм, и др.). Вершинные чешуйки плодов обычно незначительные. Таким образом по строению плодов здесь попадаются формы *J. oblonga* v. *globosa* Medw. и v. *ovata* Medw. Ближайшие пункты к западу от Нардаранского маяка, в которых нами встречена *Juniperus oblonga* M. В.: 1) гора Кеклик-даг (около 5 км к западу от горы Кергез), 2) гора Осман-даг (около 5 км к западу от ст. Карадаг), 3), окрестности сел. Хурдадан. Все они отстоят, приблизительно, на 40—50 км к западу и юго-западу от описываемого местонахождения.

*J. oblonga* M. В. из этих более западных пунктов, ближайших к Нардаранскому местонахо-

Тр. Бот. инст., т. VIII, стр. 53, 1939. — Проф. А. А. Михеев, Флора Апшеронского полуострова. Изд. зем. отд. Баковского, стр. 3, 1926. — Определитель растений Апшерона. Стр. 39, Баку 1931. — П. В. Швангурийский, Флора Апшерона и ю.-в. Ширакской степи. Мат. Азерб. Гос. муз. Стр. 16; 1928.

<sup>2</sup> Во время экскурсии, в которой принимали участие И. М. Громов, Н. К. Верещагин и автор заметки.

<sup>1</sup> А. А. Гроссгейм, Флора Кавказа, т. 1. —

ждению, по своему внешнему габитусу то приближается к нему, то отличается большими размерами кустов, большей разреженностью листьев и более длинными листьями. Сопоставляя всё вышеизложенное, мы видим, что *J. oblonga* М. В., найденный у Нардаранского маяка, имеет некоторые признаки, общие с высокогорным *Juniperus depressa* Stew., хотя и растёт-то он на высотах, едва ли поднимающихся над действительным уровнем моря выше, чем на 10—20 м. Повидимому, значительная континентальность климата Апшерона способствовала приобретению у апшеронских *J. oblonga* М. В. (и, повидимому, в не менее выраженной форме и у наиболее восточных азербайджанских *J. oblonga* М. В., также растущих относительно невысоко над ур. моря) некоторых признаков, сходственных с высокогорной *J. depressa* Stew. С этой точки зрения, может быть, было бы даже уместно рассматривать апшеронскую *J. oblonga* М. В. как особую климатическую форму *Juniperus oblonga* v. *semi-arida*, приспособившуюся к континентальным условиям Апшерона в обстановке низинного рельефа.

Н. О. Бурчак-Абрамович.

## ЗООЛОГИЯ

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ГАМБУЗИИ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. МУРГАБ (ТУРКМЕНИЯ)

Ихтиофауна нижнего течения р. Мургаб складывается из следующих основных видов: сазан (*Cyprinus carpio*), сом (*Silurus glanis*), храмуля (*Varicorhinus heratensis*) и гамбузия (*Gambusia affinis holbrooki* Girard). Лишь храмуля является коренным обитателем р. Мургаб (род *Varicorhinus* вообще широко распространён в Иранской провинции [1]), все же остальные виды завезены на Мургаб, правда, в разное время. Интродукция сазана и сома произошла ещё в конце 19-го столетия, в то время как интродукция гамбузии имела место всего 5 лет тому назад. Будучи посажена в Султан-бентское водохранилище, гамбузия распространилась отсюда уже почти по всему бассейну р. Мургаб.

Подводя итог обоим мероприятиям, укажем, что оба они удались, и ихтиофауна Мургаба значительно обогатилась, так как, исключая гамбузию, оба остальных интродуцированных вида являются основными промысловыми рыбами нижнего Мургаба в настоящее время, составляя в водохранилищах в 1942 г. до 93—95% улова.

За короткий срок гамбузия сильно размножилась в климатических условиях Туркменской ССР она имеет 4—5 поколений в году, причём в каждом помёте даёт около 70 мальков) и распространилась. Ею заселены как громадные водохранилища нижнего течения р. Мургаб: Иолотанское и Гиндукушские, так и всевозможные водоёмы поймы этой реки (пойменные озёра, пруды) и часть реки, расположенной между названными водохранилищами. В ближайшее время площадь обитания гамбузии должна ещё увеличиться, так как близ г. Иолотани,

в районе Туркменской Опытной хлопково-люцерновой станции союзного Хлопкового института закладываются опытные рисовые чеки. В связи с этим предвстает как теоретический, так и практический интерес проследить поведение гамбузии на рисовых полях нижнего течения Мургаба, так как сведения насчёт гамбузии в соответствующих водоёмах других районов носят совершенно противоречивый характер. По сводке Н. П. Соколова [8], рисовые поля представляют для гамбузии весьма благоприятные условия, по С. Я. Вейсиг [2], наоборот в рисовых полях Ленкоранского района гамбузия встречается в виде исключения и то только в единичных экземплярах, она уходит с рисовых полей и не встречается в более или менее достаточных для санирования водоёма количествах.

В настоящее время гамбузия колоссально размножилась, особенно в пойме нижнего течения Мургаба. По С. Н. Скадовскому<sup>1</sup>, в пойменных водоёмах это наиболее часто встречаемая рыба—до 300 особей в м<sup>2</sup> (мальки основной промысловой рыбы—сазана встречаются здесь в количестве всего 1—3 на м<sup>2</sup>).

Чтобы представить себе количество выметывающихся гамбузий, надо учесть, что гибель мальков в водоёмах иногда составляет до 60% всех выметанных особей [8, 9]. Плотность заселения гамбузией Иолотанского водохранилища, по нашим наблюдениям, значительно ниже, чем в пойменных водоёмах, причём эта плотность в разных частях водохранилища далеко не одинакова. В головной части водохранилища гамбузия встречается исключительно в узкой береговой полосе и в небольших, заросших тростником, камышом, рдестом, роголистником, рогозом и отчасти сусаком, заливчиках. В сильно заросших верхних частях водохранилища и в «озёрах»<sup>2</sup> с чрезвычайно пышно развитой мягкой растительностью (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum* sp., *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *P. pectinatus*, *P. crispus* P. *perfoliatus* и другие) например, в «озёрах» 5 и 6, гамбузия распространяется значительно шире, заходя и на середину водоёма.

В Мургабских водоёмах гамбузия имеет разнообразных врагов. В Иолотанском водохранилище из врагов этой рыбки пришлось наблюдать следующих птиц: чаек (летом лишь в небольшом количестве находящихся в водохранилище), цапель, диких уток, выпей и других. Роль птиц в другие времена года увеличивается, поскольку Мургаб является одной из основных пролётных дорог. В пойме много цапель. Врагами гамбузии являются также ужи, в большом количестве водящиеся как в районе Иолотанской плотины, так и в некоторых других частях водохранилища; упомянем также о лягушках и головастиках.

Из насекомых и их личинок в качестве врагов гамбузии отметим в Иолотанском водо-

<sup>1</sup> С. Н. Скадовский и Я. Перспективы рыбохозяйственного использования нижнего течения р. Мургаба. Доклад на 5-м заседании Биолог. секции юбилейной сессии Моск. Гос. университета 2 января 1943 г.

<sup>2</sup> «Озёра» 5, 6 и некоторые другие являются собственно частью Иолотанского водохранилища.

хранилище личинок стрекоз (их немного), водяных жуков и их личинок (тоже немного) и водяных клопов (встречаются значительно чаще).

Паразитами гамбузии на Мургабе являются рачки *Lernaea* [8].

Все вышеперечисленные враги и паразиты ограничивают численность гамбузии в Иолотанском водохранилище и в пойменных водоёмах.

Кроме того вреда, который приносят гамбузии, подрывая, а в пойме Мургаба уничтожая почти нацело кормовую базу остальных рыб, они приносят также значительный вред рыбному хозяйству как Иолотанского водохранилища, так и других водоёмов тем, что уничтожают икру промысловых рыб и мальков их.

Анализ значимости гамбузии в Мургабских водоёмах требует отметить и её положительную роль; последняя сводится к следующему: 1) гамбузия поедает с большим успехом личинок малярийного комара (ради этого и была произведена её интродукция); правда, на Мургабе кроме гамбузии в деле уничтожения личинок и куколок комаров играют роль также сазан и храмуля. 2) Гамбузия сама служит пищей промысловым рыбам: сазану и сому. Несколько иного порядка, но всё же положительная роль гамбузии заключается в том, что она пожирала себе подобных, это также до некоторой степени регулирует численность популяции гамбузии того или другого водоёма.

С. Н. Скадовским указывается на возможность организации однолетнего карпового (на сазана) хозяйства в условиях Туркменской ССР, в частности, в районе нижнего Мургаба. Надо со всей решительностью подчеркнуть, что это мероприятие можно будет проводить только лишь с учётом наличия гамбузии в данном районе. В связи с организацией рыбного хозяйства, необходимо будет проводить ряд мероприятий мелиоративного характера, в частности, проводить обваловывание, дабы не допустить гамбузию в водоёмы, где будет нагуливаться карп (сазан).

На совещании рыбоводов в Ташкенте в 1941 г. указывалось, что в южных областях (Узбекистан, Закавказье) рыбоводство подрывается гамбузией, однако И. И. Короткий [4] ещё раньше рекомендовал осторожность при введении гамбузии в водоёмы, имеющие рыбохозяйственное значение на основании опыта, полученного при интродукции гамбузии на Днепропетровщине.

### Выводы

1) Проведённая пять лет тому назад интродукция гамбузии в район нижнего течения р. Мургаб, в целях борьбы с малярийным комаром, удалась полностью — гамбузия заселила водоёмы всего района.

2) Особенно размножилась гамбузия в пойменных водоёмах (до 400 на м<sup>2</sup>); в водохранилищах района плотность заселения гамбузией гораздо ниже.

3) Пищей гамбузии в данном районе является планктон, бентос и перифитон.

4) В результате выедания пищи гамбузией в пойменных водоёмах она является в данном отношении абсолютным конкурентом другим

рыбам, в частности, основной промысловой рыбе — сазану.

5) В Иолотанском водохранилище остаются неиспользованными рыбами значительные количества органического вещества в виде планктона, бентоса и перифитона.

6) Ряд врагов и паразитов регулируют до некоторой степени численность стада гамбузии района.

7) Никакие рыбохозяйственные мероприятия в районе нижнего Мургаба не могут быть проведены без учёта наличия гамбузии. Однолетнее карповое хозяйство в пойме может быть поставлено лишь при проведении мероприятий, имеющих целью недопущение гамбузии в соответствующие водоёмы.

8) Гамбузия причиняет как вред — выедает корма, уничтожает икру и мальков промысловых рыб, так и пользу — уничтожает совместно с сазаном и храмулей личинок малярийного комара; сама гамбузия является пищевым объектом сома и сазана.

9) В связи с организацией опытного рисового хозяйства в районе г. Иолотани роль гамбузии должна увеличиться, однако поведение гамбузии на данных рисовых полях ещё подлежит проверке и изучению.

### Литература

- [1] Л. С. Берг. Рыбы. Жизнь пресных вод СССР, т. I, 1940. — [2] С. Я. Вейсиг. Тр. Зоол. инст. Азербайджанского филиала Акад. Наук СССР, т. X, 1939. — [3] В. Н. Казанцев. Тр. Туркменского тропического института, 1937. — [4] И. И. Короткий. Тр. Гидробиолог. станц. Акад. Наук УРСР, № 15, 1937. — [5] Г. В. Никольский. Рыбы Таджикистана. Тр. Таджикской базы Акад. Наук СССР, т. VII. Зоология и паразитология, 1938. — [6] Е. Н. Павловский. Там же. — [7] П. А. Петрищева. Тр. Отд. паразитологии ВИЭМ, т. II. Патогенные животные, 1936. — [8] Н. П. Соколов. Гамбузии и их использование в борьбе с малярией. Узбекский институт экспериментальной медицины, 1940. — [9] Ш. Эпштейн и Дюдин. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, т. III, в. 4, 1934.

Проф. Н. К. Дексбах.

### К РАСПРОСТРАНЕНИЮ И БИОЛОГИИ МАЛОЙ ПОГАНКИ

Ещё проф. М. А. Мензбир [1] писал, что сведения о распространении у нас малой поганки (*Podiceps ruficollis* Pall.) крайне отрывочны, а биологические наблюдения над этим видом очень скудны. По В. Л. Бианки [2], время кладки в пределах России неизвестно, только Гебель (1879) сообщает, что он нашёл в Уманском уезде Киевской губ. гнездо с двумя свежими яйцами 29 V. В бывших губерниях Киевского учебного округа проф. К. Ф. Кесслер [3] лично этот вид не находил и указывает его только на основании сообщения Андриевского (1839). Для окрестностей Киева малая поганка была отмечена как залётный или редкий пролётный вид [4].

На Черниговщине по В. Артоблевскому [6] эта поганка очень редкая птица. Характер пребывания не выяснен. Наконец, в сравнительно недавнее время этот вид был найден на гнездовье в Киевской области, в районе Звенигородки Л. А. Портенко [6] и возле г. Черкассы П. Орловым [7].

Мною лично в окрестностях Киева за много лет наблюдений малая поганка не была встречена до 1944 г. 11 мая 1944 г. на левом (черниговском) берегу Днепра, на озере «Рыбное» (13 км от Киева) я нашёл гнездо малой поганки, в котором было пять сильно насиженных яиц (вполне сформировавшиеся зародыши). Следует отметить, что на этом озере я и раньше много экскурсировал и собирал птиц, но малую поганку не встречал [8].

Очень массивное гнездо было сделано из гниющих растений и находилось среди редких тростниковых зарослей. Глубина воды в месте нахождения гнезда — 60 см. Размеры (в мм) яиц этой кладки: 1)  $36 \times 25.4$ ; 2)  $35 \times 25.1$ ; 3)  $35.9 \times 25.5$ ; 4)  $35.5 \times 24.9$ ; 5)  $31.4 \times 24.4$ .

Таким образом, малую поганку нужно отнести к редким, спорадически гнездящимся птицам также Киевской и Черниговской областей.

## Л и т е р а т у р а

- [1] М. А. Мензбир. Птицы России. Т. 1, 1895. — [2] В. Л. Бианки. Птицы *Solubiformes*. Фауна России, т. 1, полут. II, 1913. — [3] К. Ф. Кесслер. Естественная история губерний Киевского учебного округа. Птицы водяные. 1852. — [4] А. А. Шуммер и А. Г. Шнее. Краткий перечень птиц окрестностей г. Киева. Издание Киевск. общ. любителей природы. 1909. — [5] В. Артоблевский. Материалы до списка птахів південної половини Чернігівщини. Записки Київськ. інст. нар. освіти, 1, 1926. — [6] Л. А. Портенко. Труды 1-го Всероссийского съезда зоологов 1923. — [7] П. Орлов. До гніздування в околицях м. Черкас пірникози малої (*Podiceps ruficollis* Pall.). Труды Зоологічного музею Київськ. держ. університету, 1, 1941. — [8] А. П. Данилович. Нахождение серощёкой поганки на гнездовье в окрестностях Киева. Русский гидробиолог. журнал, т. VIII. № 1—3, 1929.

А. П. Данилович.

# ИСТОРИЯ и ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

## ИЗ НАУЧНОГО НАСЛЕДСТВА А. М. БУТЛЕРОВА

(К 60-летию со дня смерти)

(1828—1886)

Т. В. ВОЛКОВА

Среди книжных сокровищ библиотеки Всесоюзного Химического общества имени Д. И. Менделеева АН СССР имеется замечательная книга, принесённая в дар покойным учёным секретарём Химического общества академиком Вячеславом Евгеньевичем Тищенко.

Этот конвюлот, содержащий ранние работы А. М. Бутлерова, составлен им самим в один переплёт, с его автографом-припискою на титульном листе книги: «Уважаемому и милому Дженъке<sup>1</sup> некоторые из своих работ подносит автор».

В сопроводительном письме к этой книге Вячеслав Евгеньевич Тищенко пишет:

«В библиотеку Ленинградского отделения Всесоюзного Химического общества имени Д. И. Менделеева.

Прилагаемый при сём сборник некоторых работ профессора Александра Михайловича Бутлерова с его надписью „Уважаемому и милому Дженъке некоторые из своих работ подносит автор“ я получил от Михаила Александровича Бутлерова,<sup>2</sup> которому не успел возвра-

тить до его смерти. Временно передавал эту книжку профессору А. И. Горбову, который приговлял к предполагавшемуся изданию сочинения А. М. Бутлерова. Так как это издание не состоялось и А. И. Горбов тоже умер, передаю этот сборник Химическому обществу, как величайшую библиографическую редкость».

Учёный секретарь  
ВХО им. Менделеева  
В. Тищенко.

21 мая 1939 г., № 6985

На обороте письма, на том же листке имеется записка Вячеслава Евгеньевича, ранее написанная к Александру Ивановичу Горбову, датированная 1937 г., следующего содержания:

«Многоуважаемый  
Александр Иванович!

Посылаю Вам книгу, которую я получил от М. А. Бутлерова. Я думаю, из неё половину следует перепечатать. По миновании надобности в ней — будьте добры возвратить её мне, а я сдам в библиотеку Химического общества.

Преданный Вам  
В. Тищенко.  
29 сентября 1937 г.»



Проф. А. М. БУТЛЕРОВ.

Этот сборник содержит следующие статьи А. М. Бутлерова:

1) Отчёт о путешествии в чужие края в 1857—1858 годах профессора химии Бутлерова. Казань. Печатано в университетской типографии. 1859 г. Перепечатано из III книжки Учёных записок за 1859 год.

2) Приложение (к отчёту). Recherches sur l'iodure de Méthylène. Par M. A. Boullierow. Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie de Science, vol. 46, Séance du 22 Mars 1858.

<sup>1</sup> Николай Тимофеевич Аксаков (замечание В. Е. Тищенко) — брат знаменитого писателя Сергея Тимофеевича Аксакова. (Т. В.)

<sup>2</sup> Сын Александра Михайловича Бутлерова.

3) Поездка за границу летом 1861 года и её результаты. Профессора химии А. Бутлерова. Перепечатано из Учёных записок Казанского ун-та за 1862 год. Казань, 1862, в университет. типографии.

4) О химическом строении веществ<sup>1</sup>. Проф. химии А. Бутлерова... июль 1861 г. Приложение к отчёту о заграничной поездке (1861).

5) О сродстве многоатомных паёв. Проф. химии А. Бутлерова. Марта 16, 1862 г., Казань. Перепечатано из Учёных записок Казанск. ун-та за 1862 год. (Приложение к отчёту о загранич. поездке 1861 г.).

6) Об аминах. Проф. химии А. Бутлерова. Перепечатано из Учёных записок Казан. ун-та за 1862 год. Казань, 1862, в университет. типографии.

7) Mémoires sur l'iodure de Méthylène. Par M. Alexandre Boutlerow, Professeur de chimie à l'Université de Kasan. Extrait des Annales de Chimie et de Physique [3], v. LIII (53).

8) Les dérivés méthyléniques par M. A. Boutlerow. Paris, Faits pour servir à l'histoire.

9) Über die Verwandtschaft der mehraffinen Atome. Von prof. Dr. A. Butlerow. Von dem Verfasser übersetzt aus den Denkschriften (Учёные записки) der Kassanischen Universität. Hingesandt am 25 april 1832. Kasan IV 1861, S. 549.

10) Einige Bemerkungen über die von Guthrie entdeckten Derivate der Rohlenwasserstoffe  $C_n H_{2n}$ . Von Prof. Dr. A. Butlerow. Kasan den 4/16 April 1862.

К вышеуказанным десяти научным статьям, составляющим примерно половину конволюта, приплетены статьи А. М. Бутлерова по садоводству: «Глухое время» из журнала «Садоводство», № 1, 1857 г., «Разветвление почек» и «Заметка для любителей плодовых садов». Издание Казанского экономического общества 1857 года.

Потому и понятно, что в своей записке А. А. Горбову Вячеслав Евгеньевич Тищенко указывает, что следует перепечатать лишь половину сборника — именно научные статьи по химии.

Книга эта не только ценна сама по себе, как библиографическая редкость, но ещё замечательна и тем, что о собранных в ней замечательных работах Бутлерова имеется чрезвычайно интересная переписка Бутлерова с Вюрцем, Бертело, Фриделем и другими иностранными учёными, о которых Бутлеров упоминает

в своих отчётах о поездках за границу, помещённых в этом сборнике.

Переписка эта является своего рода дополнением и иллюстрацией к материалу, собранному Бутлеровым в этом конволюте, причём интересно то обстоятельство, что обмен письмами у Бутлерова с этими учёными длился до самой его смерти. Так, Бутлеров на заре своей научной деятельности завязал прочные дружеские отношения со многими выдающимися учёными Запада, письма которых не только свидетельствуют о том, как высоко эти учёные ставят научный авторитет Бутлерова и с каким дружеским чувством и глубоким уважением относятся к нему, но и указывают на большое влияние идей и теорий Бутлерова на всю современную ему химическую науку.<sup>1</sup>

Работы, помещённые в этом сборнике, охватывают пятилетний период (1858—1862) научной деятельности молодого Бутлерова, но в них уже отражаются все замечательные черты блестящего его дарования: важное значение выдвинутых задач, изящество поставленных им опытов, определённость сообщаемых результатов, ряд новых воззрений, — всё это носит в себе черты того несравненного тонкого экспериментатора и глубокого серьёзного мыслителя, каким был Бутлеров.

Не только эти характерные черты Бутлерова как учёного выражены в собранных им ранних научных работах, но интересно ещё отметить ту тонкую наблюдательность, анализ окружающей среды и меткость характеристик, ярко отразившихся в его отчётах о заграничных поездках. В них сквозит и его живая от природы натура и его мощный ум, приводящий его к новым оригинальным выводам. Бутлеров посетил Англию, Австрию, Германию, Италию, Бельгию, Францию и Швейцарию.

В отчёте 1861 г. Бутлеров пишет: «Ознакомление с различными научными воззрениями особенно занимало меня... Многочисленность работаю-

<sup>1</sup> Статья эта была уже напечатана в «Ztr. für Chemie und Pharmacie, p. 542, 1861. Einiges über die Struktur der Körper» и составляет вместе со следующей статьей приложение к отчёту.

<sup>1</sup> Неопубликованная переписка А. М. Бутлерова с учёными, хранится в Архиве АН СССР в Ленинграде.

щих, неусыпная деятельность в лабораториях дают непрерывную массу новых наблюдений, — так что теория не успевает перерабатывать их и остаётся позади... Мало того, в рамках старых привычных теорий эти факты не укладываются и ждут своих Лорана и Гергардта (Жерара), чтобы слиться в одно стройное целое, — между тем каждый специалист чувствует недостаточность старых взглядов, необходимость обобщений, а не находит довольно сил, чтобы совсем отрешиться от устаревшего, на место которого ещё ничего вполне развившегося, не выработалось» (Отчёт о загр. поездке 1861 г., стр. 5).

Научная деятельность Бутлерова началась в то время, когда органическая химия искала новые теоретические пути. И нахождение этого правильного пути принадлежит Бутлерову, который своими великими и блестящими трудами установил теорию строения на основе новых экспериментальных данных. В 1861 г. Бутлеров уже доказывает необходимость проводить идею атомности и настойчиво проводит идею о химическом строении. Эта мысль ярко выражена в его отчёте о заграничной поездке 1861 г. (стр. 9). «Я уже сказал выше, — замечает Бутлеров, — что все, даже противоположные воззрения приводятся к одному итогу, когда без предубеждений примем за сравнение идей, лежащих в основании их. Этот итог, эти общие идеи, представляющие естественный вывод из современного фактического развития науки, будут, мне кажется, понятия об атомности или лучше — о количестве и свойстве сродства паёв и о том, что называю я химическим строением. Едва ли я ошибусь, — добавляет он, — если предскажу в недалёком будущем слияние спорных воззрений и освобождение их от своеобразных костюмов, в которые они пока ещё одеты, и которые нередко закрывают внутреннее содержание, их действительный смысл». И действительно, эти слова Бутлерова полностью оправдались, кажущиеся противоречия в воззрениях скоро сгладились, и идея химического строения сделалась общепринятой. Смелость и ясность ума Бутлерова, вызвавшаяся

в предсказаниях новых органических веществ на основе теории строения, проявилась уже на заре его научной деятельности. Мощь и сила его идей и теорий была настолько велика, что эти идеи не остались только достоянием его учеников, но вскоре были приняты почти всеми химиками мира.

Поэтому так ценен этот небольшой сборник пятилетних трудов Бутлерова, отражающий со всей яркостью и полнотой великие труды великого русского учёного, указавшего новый путь для развития всей мировой химической науки.

И если описанный выше конволют является библиографической ценностью, то не менее драгоценным даром является и другая книга, также А. М. Бутлерова, переданная в библиотеку покойным редактором журнала прикладной химии профессором А. И. Горбовым. Это — литографированные лекции А. М. Бутлерова под заглавием: «Исторический очерк развития химии в последние 40 лет». Стенографированные лекции, читанные профессором А. М. Бутлеровым в 1879—1880 гг. Русская литография В. Курочкина. Страниц 269, Невский 106. Издание Н. Ф. Шиленкова. На титульной странице — эпиграф: «Истина есть дочь времени, а не авторитета. *Бэкон*».

Бутлеров начинает лекции следующими словами: «Предметом специального курса в нынешнем году я избрал исторический очерк развития химии за последние 30—40 лет, — развития, которое было пережито мною самим. Очерк этот должен показать, как сладывались те понятия, которые господствуют ныне в химии, что в свою очередь даст возможность верно оценить их. Но прежде, чем говорить о развитии химии, будет не лишним сказать несколько слов и о том, как развивается такая наука как химия, где факты, классификации и теории идут рука об руку». Эти слова Бутлерова сразу дают понятие, как и что является для него наиболее существенным в ходе развития химии. В этих лекциях ярко отразился весь талантливый облик Бутлерова как блестящего лектора, тонкого экспериментатора и глубокого мыслителя. Излагает ли он теорию типов Лорана

и Жерара, приводит ли результаты опытов Вильямсона и Франкланда, передаёт ли полемику Кольбе с ним самим или указывает на возражение Купера, — во всех малейших характеристиках эпохи, школы или отдельного явления сквозит его огромная эрудиция, тонкое понимание вопроса и его исключительная скромность. Так, касаясь вопроса о строении химических веществ, он очень мало говорит о значении своих работ и лишь указывает, что «Я в 1861 году, в статье „О химическом строении веществ“, указал на необходимость оставить типы в стороне и проводить тот принцип, который мы проводим и ныне» (стр. 262). Или далее замечает: «Недавно мне случилось высказать,<sup>1</sup> что химическое строение нужно там, где нужно понятие о химической частице» (стр. 266). Так скромно выражает Бутлеров свои мысли, он, являющийся творцом созданной им теории строения. Не только эти черты скромности, строгости в оценке себя, широкий кругозор и метод изложения замечательны в этих лекциях, но ещё и те указания на будущие задачи науки, те научные проблемы, изучение которых намечает Бутлеров в своей заключительной лекции и призывает разрабатывать их в будущем, называя их «вопросами дня». И можно с уверенностью сказать, что никогда историки химии до Бутлерова в своих книгах не поднимали вопросы будущего науки, ограничиваясь лишь изложением прошлого. Бутлеров говорит, что «Особенно важное значение имеет развитие динамических воззрений в связи с развитием теории теплоты» (стр. 268), т. е. приложение к химическим явлениям динамических воззрений и выводов теории теплоты. Далее он указывает на важность изучения свойств элементов в связи с классификацией Д. И. Менделеева, а также изучение свойств вещества

в трубках Крукса и явлений растворения твёрдых тел в газах. «Мне кажется, — говорит Бутлеров, — что эти темы стоят на очереди и могут многое сделать для движения науки. Изучение таких вопросов, мне кажется, — повторяет он, — и составляет вопросы дня».

И действительно, намеченные Бутлеровым научные проблемы стали предметом работ многочисленных учёных. Термодинамические идеи Вилларда и Гоббса в приложении к химии, многочисленные работы по определению атомных весов элементов, изучение редких земель и открытие радиоактивности, работы Дж. Томсона и Рентгена с трубками Крукса и, наконец, переворот во взглядах на строение материи, — всё это с необычайной убедительностью подтверждает гениальное предвидение Бутлерова. Потому его лекции по истории химии и интересны, что они не только являются памятником блестящего лекторского таланта Бутлерова, но поучительны по широким научным прогнозам, высказанным в них. «Очень желательно, — добавляет в заключение Бутлеров, — чтобы те, кто в настоящее время принимается разрабатывать химию, менее останавливались на мелких вопросах и посвящали свои силы вопросам более общим и более крупным» (стр. 269). И в этих словах ярко выражен широкий взгляд Бутлерова на науку и её задачи.

Если первая книга, о которой здесь говорится, даёт нам представление о Бутлерове только лишь вступившем на свой блестящий научный путь, о Бутлерове — молодом учёном, создающем великое здание своего учения, то лекции по истории химии являются как бы завершением его научного пути — итогом прошлого и заветом будущего.

И в год шестидесятилетия со дня смерти Александра Михайловича Бутлерова, одного из гениальных основоположников современной химической науки, следует пожелать, чтобы научные труды его не были библиографической редкостью.

<sup>1</sup> См. Бутлеров. Современное значение теории химического строения. Чтение в общем собрании Физико-химического общества 17 апреля 1879 года. Журнал Русского химического общества, т. XI, стр. 310.

# СРЕДНЯЯ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ В ТРУДАХ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В. А. ПЕРЕВАЛОВ

Одной из крупнейших заслуг Русского географического общества, столетие существования которого отчлалось советской научной общественностью в 1945 г., является цикл блестящих исследований в несибирской Азии вообще и в Средней и Центральной Азии в особенности. Её география и геология, климат, растительный и животный мир, её народы и их хозяйственный быт в значительной мере были исследованы экспедициями Русского географического общества и отдельными его членами. Результаты этих путешествий в ряде случаев были таковы, что составили эпоху в исследовании этого величайшего из материков земли на поверхности которого проживает более половины всего человечества. Русская наука в этом смысле сказала своё незабываемое слово.

Ко времени основания в 1845 г. в Петербурге Русского географического общества, западно-европейская наука уже определила свои позиции в отношении задач и форм исследования Азии. Помимо того, что такого рода вопросы были поставлены в порядок дня географическими обществами в Париже, Берлине и Лондоне, в странах Западной Европы стали возникать специальные научные учреждения по всестороннему изучению Востока. Так, в Англии специально для изучения Индии было основано ещё в 1784 г. Бенгальское азиатское общество (*Asiatic Society of Bengal*), а затем в 1823 г. Королевское азиатское общество Великобритании и Ирландии (*Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland*). Франция повела изучение своих колоний при посредстве основанного в 1821 г. Азиатского общества (*Société Asiatique*), Германия в год основания Русского географического общества учредила Германское восточное общество (*Deutsche Morgenländische Gesellschaft*). За три года перед этим, в 1842 г., американцы основали в Бостоне Американское восточное общество (*American Oriental Society*).

Вторая половина XIX в. характерна вообще крупным развитием географической науки, поставившей определённые задачи в отношении исследования малоизвестных или совсем почти неизвестных районов земли. Данные и теоретические положения, которые содержались в капитальных географических трудах того времени — «Космосе» Александра Гумбольдта (1769—1859) и, особенно, в «Землеведении» К. Риттера (1779—1859), требовали проверки, пополнения и дальнейшего развития. А. Гумбольдт впервые уяснил, и то лишь в общих чертах, орографию Центральной Азии. К. Риттеру не удалось довести до конца описания Азии, что впоследствии в значительной мере осуществило Русское географическое общество. И то, что оба географа писали труды об Азии без непосредственных о ней впечатлений, так как её не посещали, ещё более подчёркивало необходимость экспедиционно-полевых иссле-

дований. Эту задачу с блестящим успехом выполнило Русское географическое общество.

По его временному уставу, утверждённому 6 августа 1845 г., в задачу Отделения общей географии входило как раз изучение стран, граничивших с Россией XIX в. «К занятиям сего Отделения, — указывалось в уставе, — принадлежит познание в географическом отношении других земель, преимущественно же земель, сопредельных России».

На первом общем собрании членов Русского географического общества, состоявшемся 7 (9) октября 1845 г. в Петербурге в большом конференц-зале Академии под председательством одного из его инициаторов и учредителей вице-адмирала Ф. П. Литке (1797—1882), эта задача нашла такое интересное выражение. Указав, что «главным предметом Русского географического общества должно быть возделывание географии России», Ф. П. Литке, продолжая свою речь, говорил: «Хотя таким образом география общая становится для нас предметом второстепенным, но из этого не следует, чтобы и этот предмет не имел для нас своей важности и даже большой важности. Не говоря уже об общем интересе, который эта наука представляет для всякого образованного человека, ни о пользе, которую она приносит со стороны образования народного ума, мы скажем только на то, сколь важно для России исследование в географическом отношении земель, с нею сопредельных. Турция, Персия, Хива и другие туркестанские области, Китай, Япония, владения Соединённых Американских Штатов и Гудсонской компании (т. е. Канада, В. П.), вот наши близкие соседи (не говоря уже об европейских), состоявшие с Россией в беспрестанных торговых, общественных и политических сношениях, — которые по естественному ходу вещей, с каждым днём должны становиться и чаще и многообразнее».<sup>1</sup>

Начало исследованию отдалённых районов Азии было положено в Русском географическом обществе П. П. Семёновым ставшим работать в Обществе с 1849 г. П. П. Семёнов (1827—1914), один из замечательнейших русских географов, к 1885 г. закончил перевод первого тома «Землеведения Азии» К. Риттера с дополнениями, равными по объёму са́мочу оригиналу. Для дальнейшей работы по изданию этого труда на русском языке П. П. Семёнов считал необходимым личное ознакомление с районами Алтая и Тянь-шаня являвшимися тогда местностью, недоступной для европейца. Географическое общество отправило его в экспедицию.

В течение двух лет П. П. Семёнов посетил Алтай, Тарбагатай, Джунгарийский Алатау,

<sup>1</sup> Зап. Русск. геогр., общ., кн. I, стр. 29—30. СПб., 1846.

озеро Иссык-куль, первым из европейских путешественников проник в Тянь-шань и первый увидел высочайший горный массив Хантенгри (6995 м). Во время этой экспедиции П. П. Семёнов собрал богатые коллекции по геологии, флоре и фауне страны. Отчёт об экспедиции он опубликовал в «Вестнике» и в «Записках» Русского географического общества. Результаты экспедиции были использованы им при составлении дополнений ко II тому «Землеведения Азии» К. Риттера и «Географо-статистического словаря Российской империи» (1863—1885), изданных Географическим обществом. С 1873 по 1914 г. П. П. Семёнов-Тянь-шанский был вице-председателем Географического общества. Он оказался тем лицом, которое направляло большинство экспедиций и в Среднюю и в Центральную Азию. Не так давно, в 1928 г., Географическое общество, отмечая 100-летие со дня его рождения, выпустило в свет книгу: «П. П. Семёнов-Тянь-шанский, его жизнь и деятельность».

Исследования в Средней Азии, географической области, границами которой на востоке служат хребты Тянь-шаня и Памиро-Алая, на юге — Гиндукуш, на западе — Каспийское море и на севере Арало-иртышский водораздел, были продолжены членами Географического общества Н. А. Северцевым (1827—1885) и И. В. Мушкетовым (1850—1902). Первый совершил экспедицию в низовья р. Сыр-дарья, исследовал Тянь-шань и озеро Иссык-куль, работал в районе Ходжента. В 1874—1878 гг. он занимался исследованиями на Памире в качестве начальника зоологической экспедиции. Его книги: «Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных», «Путешествие по Туркестанскому краю и исследование горной страны Тянь-шаня», «Орографический очерк Памирской горной системы», монография об архахах и другие оказались крупным вкладом в науку, особенно в географию, зоогеографию и зоологию. Геолог И. В. Мушкетов провёл обстоятельное геологическое обследование Средней Азии, составил её геологическую карту и опубликовал в 1886 г. фундаментальное сочинение «Туркестан». Второе издание этого труда было выпущено Географическим обществом с обширными приложениями, освещающими историю вопроса по год издания (1915). И. В. Мушкетов вплоть до своей смерти был председателем Отделения физической географии Русского географического общества.

В конце прошлого века в Ташкенте возник Туркестанский отдел Географического общества, из членов которого крупные исследования провёл В. Ф. Ошанин (1844—1917). Он открыл хребет Петра Великого и ледник Федченко. Этот отдел направлял экспедиции по исследованию Аральского моря. Начальник экспедиций Л. С. Берг (р. в 1876 г.), в наши дни председатель Географического общества, посетил в 1899—1902 гг. Аральское море, оз. Балхаш и Иссык-куль и Туркестанский хребет. В 1907 г. он ещё раз посетил Аральское море. Вскоре труд «Аральское море. Опыт физико-географической монографии» принёс 33-летнему учёному степень доктора географии, минуя степень магистра.

Организацией Географическим обществом

экспедиционных исследований в Средней Азии, в наше время в административно-политическом отношении выраженной Туркменской, Узбекской, Таджикской, Киргизской и частью Казахской советскими республиками, был подготовлен и блестяще осуществлён обширный цикл исследований в зарубежной Центральной Азии, а также на её юго-востоке (Маньчжурия). В последнем случае достойны упоминания прежде всего экспедиции П. А. Кропоткина (1842—1921), когда ему в период путешествий в 1862—1867 гг. по Сибири удалось обследовать и северную часть этой страны. Деятельный член Географического общества, он вскоре после этого выступил с трудами по орографии Восточной Сибири, оказавшимися более передовыми и более правильными, чем изложение вопроса у А. Гумбольдта. Пионером исследования Центральной Азии оказался Н. М. Пржевальский. До него эта область замкнутых котловин, резко-континентального сухого климата, полупустынной и пустынной растительности почти не была исследована.

Западно-европейская наука ко времени экспедиций Пржевальской имела весьма ограниченное число учёных трудов о Центральной Азии, в числе которых уместно отметить книги А. Гумбольдта: «*Fragments de géologie et de climatologie asiatiques*», 2 т., Париж, 1831; «*Centralasien*», 2 т., Берлин, 1843—1844. Интерес к исследованию орографии Центральной Азии поддерживался и геоморфологом Ф. Рихтгофеном (1833—1905), в 70-х годах своего века исследовавшим Китай; впервые после А. Гумбольдта он сделал попытку систематизировать хребты Азии. Тем не менее глубинная Азия оставалась совершенно неисследованной. Эту задачу с блестящим успехом разрешил Н. М. Пржевальский (1839—1888), ставший членом Русского географического общества в 1864 г. По поручению общества он совершил четыре путешествия. В первом, 1870—1873 гг., он прошёл от Пекина, по восточной Монголии и провинции Гань-су к оз. Куку-нор, затем посетил Цайдам и северный Тибет, откуда вернулся через восточную Монголию на Ургу и Кяхту. Русское географическое общество наградило отважного путешественника, посетившего дикие, неисследованные места, золотой медалью и опубликовало его капитальный труд «Монголия и страна тангутов. Трёхлетнее путешествие в восточной нагорной Азии» (т. I, 1875; т. II, 1876). Вскоре, в 1876—1877 гг., Н. М. Пржевальский совершил второе путешествие по Средней Азии от Кульджи через Тянь-шань по р. Тариму на оз. Лоб-нор и обратно в Кульджу. Описание этого путешествия — «От Кульджи за Тянь-шань и на Лоб-нор» — было опубликовано в 1878 г.

В третьем путешествии (1879—1880) русский географ прошёл от Зайсана через высокий Нань-шань и Цайдам в Тибет. Он был вблизи Лхасы, посетил верховья Жёлтой реки и вернулся через Гоби и Ургу. Список его учёных трудов пополнился новой книгой: «Третье путешествие в Центральной Азии. Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Жёлтой реки», 1883 г. Новое, четвёртое путешествие, 1883—1886 гг., было посвящено Н. М. Пржевальским исследованию северных окраин Тибета, истоков Жёлтой реки восточной части

Туркестана; от Лоб-нора путешественник возвратился на оз. Иссык-куль. В начале пятого путешествия, задуманного очень широко, Н. М. Пржевальский скончался на оз. Иссык-куль, в г. Караколе (теперь Пржевальск) в сравнительно молодом для учёного возрасте. В год его смерти вышла в свет книга: «Четвёртое путешествие в Центральной Азии. От Кяхты на истоки Жёлтой реки, исследование северной окраины Тибета и путь через Лоб-нор по бассейну Тарима». Не так давно, в 1940 г., Географическое общество почтительно память своего знаменитого члена изданием 4—5-го выпусков 72-го тома своих «Известий», в связи с исполнившимся в 1938 г. 50-летием со дня смерти великого путешественника и в 1939 г. — столетием со дня рождения. «Значение Пржевальского, — указывается в предисловии к этому изданию, — далеко не исчерпывается его исследованиями ранее неизвестных беспредельных пустынь и горных цепей, сборами богатейших коллекций новых видов растений и животных. Не меньшая, если не большая, заслуга Пржевальского заключается в том, что своим примером, своей поистине беззаветной преданностью науке он первый открыл блестящую страницу русских исследований Центральной Азии, навсегда прославив в этой области своё имя и имя своей родины».

Новые страницы в исследовании Центральной Азии трудами членов Русского географического общества были открыты Г. Н. Потаниным (1835—1920), уроженцем Сибири. В 1876—1879 гг. он исследовал Джунгарию, северную Монголию и Танну-Туву, а в 1884—1886 гг. провёл большую экспедицию в западный Китай, хребет Нань-шань, провинцию Сычуань и восточную окраину Тибета, Центральную и Северную Монголию. Через 6 лет, в 1892 г., Г. Н. Потанин снова отправился через Кяхту, Ургу и Пекин в Сычуань и на окраину Тибета, а в 1899 г. исследовал восточную Монголию вдоль хребта Большого Хингана. Результатом этих и предшествующих путешествий, в которых Г. Н. Потанин собрал ценные этнографические материалы, явились труды: «Путешествие на озере Зайсан и в речную область Чёрного Иртыша до озера Марка-куль и горы Сар-таю, летом 1863 года» (Зап. Русск. Геогр. общ., 1867, т. I); «Поездка по Восточному Тарбагатаю» (там же); «Очерки северо-западной Монголии», 4 в., СПб., 1881—1883; «Тангутско-Тибетская окраина Китая и Центральная Монголия», 2 т., СПб., 1893; «Поездка в среднюю часть Большого Хингана летом 1899 г.» (Изв. Русск. геогр. общ., 1901, т. 37, в. 5).

Совместно с Г. Н. Потаниным в его первом путешествии, а в 1892—1893 гг. Монголию исследовал А. М. Позднеев (1851—1920), опубликовавший в издании Русского географического общества двухтомный труд «Монголия и монголы» (1896, 1898).

Другой член Русского географического общества — М. В. Певцов (1843—1902), зарекомендовавший себя участием в маршрутах по Средней и Центральной Азии, в 1899 г. завершил пятую экспедицию Н. М. Пржевальского, проведя её через восточный Тянь-шань и Кашгарию в западный Кузнь-лунь и северо-западную окраину Тибета и обратно через Урумчи и Манас в Зап. сиб. Он издал: «Путевые

очерки Чжунгарин» в «Зап. Зап.-сиб. отд. Русск. геогр. общ.», кн. I, 1879, Омск; «Очерк путешествия по Монголии и северным провинциям Внутреннего Китая». Омск, 1883; «Путешествие по Восточному Туркестану, Кузнь-луню, северной окраине Тибетского нагорья и Чжунгарии в 1889 и 1890 годах». СПб., 1895.

Участник двух последних путешествий Н. М. Пржевальского и Тибетской экспедиции М. В. Певцова, выполнявший в них и самостоятельные маршруты, В. И. Роборовский (1856—1910) провёл в качестве начальника особую экспедицию в горную систему Нань-шаня, в Тибет к верховьям Жёлтой реки, на Лоб-нор и в Восточный Тянь-шань. Книга: «Труды экспедиции Русского географического общества по Центральной Азии, совершенной в 1893—1895 гг. под начальством В. И. Роборовского», СПб., 1899, является памятью об этом учёном, преждевременно скончавшемся от тяжёлых испытаний в экспедиции; из неё он вернулся разбитый параличом.

Интересное изучение Кашгарии провёл в 1858—1859 гг. Ч. Ч. Валиханов, родом казах (ум. в 1865 г.). Его отчёт напечатан в «Зап. Геогр. общ.» кн. 3, 1861, также в «Зап. Геогр. общ. по отд. Этногр.», ХХIX, 1904.

Сибирский общественный деятель Н. М. Ядринцев (1842—1894) в 1889 г. сделал замечательные археологические открытия в Монголии на р. Орхож. Его отчёт опубликован в «Известиях Геогр. Общ.» за 1890 г. В районе Каракурума Н. М. Ядринцев открыл памятники с надписями VIII в., что впоследствии дало ключ к чтению древнего тюркского языка.

Крупные исследования в Центральной Азии выполнены зоологом Г. Е. Грум-Гржимайло (1860—1936). Преимущественно с целью изучения бабочек, Г. Е. Грум-Гржимайло обследовал в 1884 г. Алайский хребет и северный склон Памира, в 1885 — горную Бухару, в 1886 — западный Тянь-шань, Кашгарию и северный склон Памира; последний он посетил и на следующий год. В «Известиях Русск. геогр. общ.» он напечатал «Очерк Приламирских стран» (т. 22, 1886). Своё большое двухлетнее путешествие общегеографического характера в Центральную Азию, совершенное в 1889—1890 гг., он изложил в «Описании путешествия в западный Китай», тт. I—III, СПб., 1896—1907. Развивая свои зоологические исследования (а также археологические поиски), Г. Е. Грум-Гржимайло в 1903 г. совершил большое путешествие по Западной Монголии и Танну-Туве. Его монография «Западная Монголия и Урянхайский край» является выдающимся произведением литературы этого рода. К ним нужно причислить и труд «Историческое прошлое Бэй-шаня в связи с историей Средней Азии», СПб., 1898.

Член Общества, геолог и горный инженер К. И. Богданович (р. в 1864 г.), принимавший участие в экспедиции М. В. Певцова, руководил в 1911 г. экспедицией, изучавшей землетрясение в северном Тянь-шане.

Блестящая плеяда русских имён в истории исследования Средней и зарубежной Центральной Азии увенчивается ещё двумя представителями отечественной науки — П. К. Козловым и В. А. Обручевым. Ученик Н. М. Пржевальского, участник его четвёртого путешествия, а затем и экспедиции М. В. Певцова, опытный

и неутомимый исследователь П. К. Козлов (1863—1935) в 1893—1895 гг., вместе с В. И. Роборовским, совершил экспедицию в Нань-шань и северо-восточную часть Тибета, а в 1899—1901 гг. руководил экспедицией Русского географического общества в неисследованные местности Центральной Азии, в частности Тибетского нагорья, где были собраны богатые ботанические и зоологические материалы. В 1907—1909 гг. он успешно выполнил поручение Русского географического общества по изучению центральной части Монголии, где им были открыты развалины мёртвого города Хара-хото — столицы Тангутского царства племени Си-ся.

Из экспедиции в Монголию в 1924—1926 гг. П. К. Козлов вывёз богатый зоологический и археологический материал. Его печатные работы являются крупнейшим вкладом в изучение природы и людей Центральной Азии. Книим относятся: «Труды экспедиции Русского географического общества по Центральной Азии, совершённой в 1893—1895 гг. под начальством В. И. Роборовского», т. 2, отчёт П. К. Козлова, СПб., 1899—1900; «Монголия и Кам. Труды экспедиции Русского географического общества, совершённой в 1899—1901 гг., под руководством П. К. Козлова», т. I, ч. 1—2, СПб., 1905—1906; «Монголия и мёртвый город Хара-хото. Экспедиция Русского геогр. общ. в Нагорной Азии», М. — П., 1923; «Русский путешественник в Центральной Азии и мёртвый город Хара-хото». СПб., 1911; «Трёхлетнее путешествие 1899—1901 гг. по Монголии и Тибету. Экспедиция Русского географического общества». СПб., 1913; «Тибет и Далай-лама» П., 1920; «Краткий отчёт о Монголо-Тибетской экспедиции Государственного Русского географического общества». Л., 1928. Пять экспедиций П. К. Козлова ещё ждут своей подробной оценки. Ими он прекрасно поддержал установившуюся по всех культурных странах мира славу Русского географического общества как пионера в исследовании центрально-азиатских пространств.

Востоковед, родом бурят, Г. Ц. Цибилов посетил в 1899—1902 гг. в качестве паломника буддиста Тибет и его центр Лхассу. Книга об этом путешествии была издана в 1919 г. Другой востоковед, родом также бурят, Б. Б. Барадийна обследовал в 1905 г. тангутский монастырь Лаврик и собрал массу сведений по орографии Тибета; ему была присуждена премия имени Пржевальского.

Известный советский геолог и географ академик В. А. Обручев (р. в 1863 г.) немало уделил внимания изучению прилегающих к Си-

бири областей. В 1892—1894 гг. он в качестве геолога экспедиции, отправленной Русским географическим обществом в Монголию и Китай под начальством Г. Н. Потанина, прошёл из Кяхты через Восточную Монголию в Северный Китай, познакомился с горными цепями провинции Чжили, Шаньси, Шеньси и Ганьсу, дошёл до провинции Сычуань Южного Китая, обследовал горную систему Нань-шаня, пересёк Алашань, Центральную Монголию и Ордос и, направляясь по пути на родину, прошёл через Бей-шань и вдоль восточного Тянь-шаня до г. Кульджи, где закончил путешествие, продолжавшееся два года с небольшим. Свои впечатления и наблюдения В. А. Обручев обрисовал в научно-популярной книге «От Кяхты до Кульджи», М. — Л., 1940. «О геологии всех этих местностей», — пишет В. А. Обручев, — до моего путешествия было известно очень мало или совсем ничего. Рельеф и строение Центральной Азии и её юго-восточной окраины в виде Северного Китая были теперь ясны в самых общих чертах, а обработка обширного собранного материала должна была дать ещё много нового. К сожалению, она до сих пор ещё не закончена; по возвращении из путешествия я был постоянно занят полевыми и кабинетными работами по геологии Сибири, а также педагогической деятельностью, и успел подготовить к изданию только подробные дневники путевых наблюдений, напечатанные Географическим обществом в 2 томах уже в 1900 и 1901 гг. Окончательную обработку наблюдений я мог начать только недавно» (стр. 255).

Возможно предполагать, таким образом, что в самое ближайшее время большая сокровищница русских изданий по географии Центральной Азии пополнится сводным трудом В. А. Обручева по её геологии.

Помимо исследований в Средней и зарубежной Центральной Азии, Русское географическое общество на протяжении 100 лет своего существования уделяло внимание изучению и других сопредельных с нашей родиной стран, а также и стран, весьма далёких от неё. Иран, Индия, Япония, Малая Азия и другие не раз видели у себя учёных путешественников из среды Русского географического общества, неизменно уведомлявших о своих впечатлениях и наблюдениях читателей «Записок» и «Известий» Русского географического общества.

В наше время жизнь снова привлекает внимание Всесоюзного Географического общества при Академии Наук СССР к исследованию зарубежной Азии. Разрешение такой задачи является его традиционным делом.

# ПОТЕРИ НАУКИ

## АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ КРЫЛОВ КАК МАТЕМАТИК

Проф. Р. О. КУЗЬМИН

26 октября 1945 г. скончался академик Алексей Николаевич Крылов, один из крупнейших представителей русской науки и техники. Президиумом Верховного Совета СССР ему было

присвоено звание Героя Социалистического Труда, и редко кому можно было применить это высокое звание с большим основанием. Деятельность Алексея Николаевича велика и плодотворна. Обладая

крупным дарованием как теоретик, он имел большой опыт практика. Такое соединение свойств само по себе ценно, а при той любви к труду, какой обладал покойный, оно дало ряд важных результатов и в науке и в непосредственных вопросах практики. Не раз его знания и опыт приносили государству непосредственную пользу, позволяли при случае избегать миллионных затрат, казалось бы необходимых по ходу дела. Подобные случаи были при постройке кораблей ещё в дореволюционные годы. Повторялись они и в годы советской власти, когда он участвовал в организации покупки кораблей за границей и перевозки паровозов в СССР.

Исключительная по энергии и достижениям творческая работа А. Н. длилась долго. Окончив с отличием Морское инженерное училище в 1884 г., он в короткий срок опубликовал ряд работ по девиации компасов. После не менее блестящего окончания Морской Академии в 1890 г., он с большим успехом занялся работами по теории корабля. Им создана теория качки судна при волнении. До него существовало лишь частичное решение задачи о боковой качке. А. Н. дал по существу полное решение задачи о килевой качке, несравненно более сложной в математическом отношении. До него задача ждала решения 35 лет. После решения, данного

А. Н., прошло 50 лет, но существенных новых добавлений к его теории за это время никто не дал.

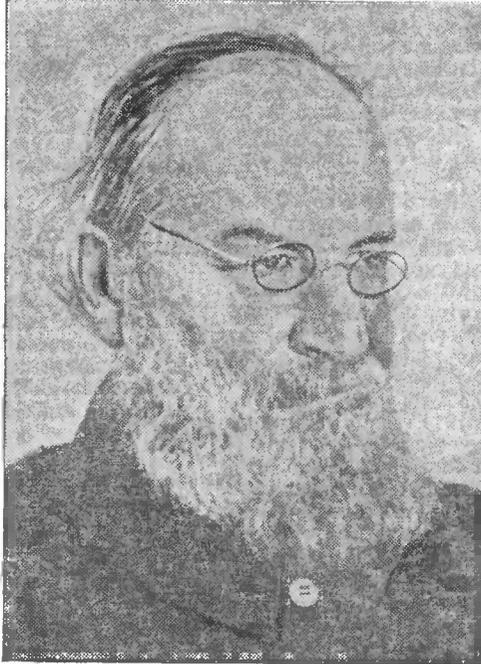
Работы А. Н. по теории корабля были скорее оценены по достоинству. Английское общество корабельных инженеров присудило их автору золотую медаль — это была первая медаль общества, данная иностранцу. В известной энциклопедии математических наук, изданной в Германии Тейбнером, а во Франции Готье Вилляром, отдел теории корабля было поручено составить А. Н. Крылову. Таким образом, он был в международном масштабе признанным авторитетом в вопросах теории корабля и кораблестроения.

Эти вопросы были центральными в кругу интересов А. Н. Однако, благодаря широте его подхода к делу, круг его интересов вышел далеко за пределы собственно морских вопросов. Поэтому А. Н. дал значительное число работ и книг, относящихся к весьма различным

вопросам науки. Сюда относятся математика, астрономия, теория колебаний, теория упругости и баллистика.

Работы А. Н. являют искусное применение методов классического анализа к изучению явлений природы. В них, по словам академика С. А. Чаплыгина, автор проявляет «проницательность, необычайный дар выделения существенных влияний, управляющих ходом явления, чрезвычайное мастерство в вычислительном процессе».

Примером удачного выделения существенных сторон дела представляют работы А. Н. о качке судна. В них рассматривается судно, идущее по морю под данным углом к направлению морских валов, которые можно считать



Акад. А. Н. Крылов. (1863—1945).

параллельными между собой. В каждый данный момент судно имеет определённое расположение относительно системы волн. Поэтому оно испытывает силы давления воды, под действием которых наклон судна меняется. При этом сам факт движения судна вызывает некоторые возмущения в движении окружающей его воды. А. Н. нашёл возможным отбросить влияние этих возмущений. Это позволило значительно упростить безмерно трудную задачу и свести её к дифференциальным уравнениям, для которых можно было дать сравнительно простой путь решения. Наблюдения, сделанные над фактическим колебанием судов, в частности над судном «Адмирал Корнилов», подтвердили расчёты А. Н.

По методам решения, в некоторой связи с работами А. Н. по теории качки корабля, стоит его работа о полёте снарядов. В них автор показывает, что прежние приёмы вычисления пути снаряда, принадлежащие русским учёным Майевскому и Забудскому, не лишены недостатков, особенно теория Забудского. А. Н. разработал значительно более точную теорию, дающую достаточное согласие с опытными данными.

Значительная часть работ А. Н. относится к теории колебаний. Такова, например, его работа о вынужденных колебаниях стержней. Любопытны его работы о крешерах и индикаторах, приборах, позволяющих изучать колебания, а через них и силы, с которыми они связаны. В этих работах А. Н. раскрыл, что собственно указывают эти приборы и, следовательно, дал способ правильного понимания их показаний. Теория, данная А. Н., не замедлила принести практическую пользу. В 1914 г. при испытании компрессоров орудий линейного корабля индикаторы дали диаграмму, по которой можно было думать, что всю установку надо заменить новой. Это вызвало бы отсрочку пуска судна в действие и расход около 2,5 млн рублей. Теория А. Н. показала, что в данном случае показания индикаторов надо понимать иначе и надобности в замене всей установки нет.

В работе «О напряжениях, вызываемых в упругой среде динамической нагрузкой» А. Н. дал общий приём для решения задач такого рода. К числу их относится задача о движении поезда, идущего по мосту, на сам мост. Здесь А. Н. указал ошибку, сделанную известным итальянским учёным Леви Чивита. В результате неправильного применения формулы, Леви Чивита нашёл, что наибольшее напряжение мост испытывает при малой скорости поезда. В действительности, как показал А. Н., дело обстоит как раз наоборот.

Не останавливаясь, для краткости, на рассмотрении ряда других работ А. Н., отметим две его превосходные книги: «Лекции о приближенных вычислениях» и «О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики». Первая из них представляет одну из лучших в мировой литературе книг по вопросу о фактическом выполнении вычислений. Она богата содержанием, а изложение отличается ясностью и доступностью сравнительно широкому кругу читателей. Вторая даёт превосходную сводку ряда методов решения задач математической физики, сводящихся к дифференциальным уравнениям. Многие из приведенных примеров взяты из работ автора.

В этой же книге обстоятельно изложен метод улучшения сходимости тригонометрических рядов. Идея его весьма проста и восходит к Куммеру. Она состоит в том, что для данного ряда подбирается другой, сумма которого может быть найдена в точном виде и в то же время мало отличается от данного. Во многих случаях это даёт возможность сравнительно просто вычислить суммы медленно сходящихся рядов. Так, например, пусть требуется вычислить

сумму ряда  $S = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ . Сначала непосредственным вычислением находим сумму первых 10 членов, что даёт равенство:

$$S_1 = 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \frac{1}{25} + \dots + \frac{1}{100} = 1.54977,$$

остатётся вычислить сумму ряда

$$\frac{1}{11^2} + \frac{1}{12^2} + \frac{1}{13^2} + \frac{1}{14^2} + \dots$$

Этот ряд сходится сравнительно медленно, и чтобы получить его сумму с точностью до 4-го знака после запятой непосредственным сложением, надо взять 9990 членов, как можно доказать несложным рассуждением. Этой большой вычислительной работы можно, однако, избежать. Для этого заметим изучаемый ряд таким

$$S_2 = \frac{1}{11^2 - \frac{1}{4}} + \frac{1}{12^2 - \frac{1}{4}} + \frac{1}{13^2 - \frac{1}{4}} + \dots + \left( \frac{1}{11 - \frac{1}{2}} - \frac{1}{11 + \frac{1}{2}} \right) + \left( \frac{1}{12 - \frac{1}{2}} - \frac{1}{12 + \frac{1}{2}} \right) + \dots + \left( \frac{1}{13 - \frac{1}{2}} - \frac{1}{13 + \frac{1}{2}} \right) + \dots$$

Раскрывая скобки и производя сокращение, получим равенство:

$$S_2 = \frac{1}{11 - \frac{1}{2}} = \frac{2}{21} = 0.09524$$

Складывая числа  $S_1 = 1.54977$  и  $S_2 = 0.09524$ , находим сумму ряда  $S = 1.64501$ . В действительности, как показал Эйлер, сумма должна равняться дроби  $\frac{\pi^2}{6} = 1.64493$ . Таким образом

мы получили сумму ряда  $S = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$  с точ-

ностью до 4-го знака после запятой, без утомительного сложения большого количества слагаемых.

А. Н. указал, как применять подобные способы улучшения сходимости для тригонометрических рядов, столь важных во многих задачах физики и техники.

А. Н. был большим знатоком классических авторов. С особой любовью он относился к Ньютону, знаменитое сочинение которого он перевёл на русский язык под заглавием: «Основенные начала математической физики». Таким образом это великое творение величайшего гения точных наук стало доступно русским читателям в переводе, выполненном прекрасным языком. Достоинно отметить, что многочисленные чертежи подлинника заново тщательно перечерчены А. Н., а текст снабжён многочисленными примечаниями. Из последних видно, что многое, сделанное продолжателями Ньютона, получается и методами самого Ньютона.

В особой работе А. Н. показал, что одна теорема, важная при определении параболической орбиты по данным наблюдений над кометой, неправильно приписывается Эйлеру и Ламберту, так как она задолго до них была указана Ньютоном. В другой работе А. Н. рассмотрел вопрос о рефракции света в атмосфере и показал, как методы Ньютона дают возможность с большой простотой построить весьма точную теорию этого явления.

Из других классиков науки А. Н. издал перевод на русский язык теории движения луны, данной Эйлером. В предисловии к нему автор отмечает, что методы, развитые Эйлером в теории луны, могут с пользой применяться в технических вопросах.

Следует отметить большое внимание, которое уделял А. Н. классикам русской науки. Благодаря его энергии был переиздан том сочинений Остроградского, издана работа Чебышева об интегрировании с помощью логарифмов, а также лекции Чебышева, записанные Ялпуновым. Издание сочинений Е. И. Золотарева также было проведено под влиянием А. Н.

Следует отметить одну ценную сторону авторской деятельности А. Н. Он стремился быть понятным по возможности более широкому кругу читателей. Из различных возможных путей изложения он всегда старался выбрать наиболее простые, вводящие читателя наиболее лёгким путём в круг вопросов и понятий, иногда трудных по существу. С большим тактом он выбирал предварительные сведения, нужные для понимания. Всё, существенное для читателя, он пояснял тщательно разобранными примерами, которые доводил обычно до фактически проводимого численного расчёта. Эта продуманность изложения, в соединении с присущими А. Н. яркостью и красочностью русского языка, значительно помогала широкому кругу читателей следить за его изложением. Несомненно, что благодаря заботе о читателе А. Н. много содействовал распространению научных знаний среди широкого круга техников.

Просматривая всё напечатанное А. Н., можно поражаться громадности выполненного им труда. Ещё более должно возрасти это удивление, если учесть его практическую деятельность большого размаха. Выполнить такую работу —

удел немногих, и возможно лишь при наличии особых условий. Несокрушимое богатырское здоровье, долгая жизнь и выдающиеся дарования А. Н. составляли часть этих условий. Другая часть их была морального характера — редкое трудолюбие и высокоразвитые гражданские чувства долга и патриотизма.

А. Н. любил работу, а отдыхом от одного вида работы он считал другой. Так он в виде отдыха от работы по динамике занялся теорией определения путей светила по несконечным наблюдениям. Интересуясь только наукой и её приложениями, он почти не тратил времени на развлечения.

Благодаря высокоразвитому чувству долга, А. Н. внимательно относился к делам, которые государство поручало ему. Не ограничиваясь механическим выполнением, он входил в существо вопроса и при своих знаниях и опыте часто находил существенные улучшения в способах выполнения порученного дела. Не раз А. Н. возглавлял большие работы. Будучи внимателен и любезен в обращении с людьми, он умел быть беспощадным, когда дело шло о нерадивом отношении к порученной работе.

В тех случаях, когда он видел важность замеченного им, он упорно боролся за своё дело и взгляды, не боясь выступать и против сильных людей того времени. Однажды при старом режиме он получил даже официальный выговор за резкое выступление.

Уже на склоне лет А. Н. был свидетелем великих исторических событий и грандиозной перестройки политического и социального строя в нашей стране.

При советском строе деятельность А. Н. была особенно велика и плодотворна. За эти годы он выполнил ряд поручений правительства и напечатал больше книг и научных работ, чем за прежние годы.

Как-то на пароходе, шедшем между Англией и Норвегией, один пассажир заметил А. Н., который сидел и спокойно вычислял во время довольно сильной качки корабля (творец математической теории качки судна был нечувствителен к её физиологическому действию). «Вот ещё один Паганель» — сказал пассажир. Вот, можно сказать, поверхностный и в корне неудачный приговор. Прекраснодушный герой Жюль Верна был далёк от жизни. У А. Н. теория и практика были слиты так, как это встречается лишь у немногих учёных, и в этот день он вычислял полёт снарядов.

В великих произведениях классиков науки А. Н. видел и ценил не только красоту мысли, а и её силу, сказывающуюся в жизни. У Ньютона он восхищался не только его грандиозным полётом мысли, а также и практическими достижениями технического характера, проявившимися в том, что производительность монетного двора в Англии повысилась в несколько раз после того, как Ньютон стал его директором.

Долгие годы, более полу столетия А. Н. интересовался математикой и её приложениями в вопросах корабельного дела и артиллерии. Этот живой интерес не пропал бесследно. Его научные работы укрепляли славу русской науки, а его практическая деятельность помогла

усилить боевые качества наших кораблей и пушек. В Великую Отечественную войну наша артиллерия и наш флот проявили свои высокие технические качества. Доля заслуги в этом имеется и А. Н.

Над могилой его звучал пушечный салют, и в этом есть справедливость — Родина по заслугам оценила одного из тех, кто помог нашему отечеству создавать своё грозное и победоносное оружие.

## РАБОТЫ А. Н. КРЫЛОВА ПО ТЕОРИИ ГИРОСКОПОВ

Проф. Е. Л. НИКОЛАИ

Среди обширного научного наследия акад. А. Н. Крылова весьма заметное место занимают его работы по теории гироскопов, т. е. работы, относящиеся к тому разделу механики, в котором исследуются движения быстро вращающихся твёрдых тел. Известно, что быстрое вращение сообщает телам своеобразные, в некоторых отношениях неожиданные, свойства.

Кто не забавлялся в детские годы игрой с волчком? Пока волчку не сообщено быстрое вращение, он остаётся безжизненным и недвижным. Но стоит сообщить ему быстрое вращение, как он точно оживает и приобретает удивительные свойства. Кто не испытывал удовольствия, следя за тем, с какой уверенностью сохраняет равновесие быстро вращающийся волчок, балансируя на кончике своей оси, как споконно продолжает он вращаться, точно поддерживаемый какой-то невидимой силой?

Удивительная устойчивость, сообщаемая волчку быстрым вращением, уже давно привлекала внимание пытливых умов. Ещё около 200 лет тому назад в английском флоте была сделана попытка использовать это свойство быстро вращающегося волчка для создания на корабле устойчивого «искусственного горизонта», могущего заменить в туманную погоду нужный мореплавателю для астрономических наблюдений видимый горизонт. Гибель фрегата «Victory», на котором производилось испытание прибора (при крушении корабля погиб и изобретатель «искусственного горизонта» Серсон), положила конец начатому делу.

В течение следующих 100 лет попытки практического использования вращающегося волчка не возобновлялись. Новым толчком в этом отношении явились знаменитые опыты французского физика Фуко, доложенные им Парижской академии наук в 1852 г. Среди других экспериментов Фуко демонстрировал построенный им прибор «гироскоп», основной частью которого был быстро вращающийся маховичок, и который позволял обнаружить факт суточного вращения земли непосредственным лабораторным опытом. Термин «гироскоп» (в буквальному переводе «прибор, обнаруживающий вращение») удержался в науке. В настоящее время этот термин применяется в более широком смысле для обозначения всякого прибора, в котором использованы своеобразные свойства быстро вращающегося тела; эти свойства принято называть гироскопическими свойствами.

В том же знаменитом докладе 1852 г. Фуко показал возможность (по крайней мере, теоретическую) построить гироскопический прибор, определяющий направление полуденной линии (т. е. направление Север — Юг) в данном месте. Таким образом впервые была высказана идея механического (немагнитного) компаса, построенного на принципе гироскопа и могущего полностью заменить обычный магнитный компас. Проблема замены магнитного компаса механическим стала особенно актуальной с появлением больших масс железа на военноморских судах и в связи со значительным усложнением электротехнического оборудования на этих судах, затрудняющего работу магнитного компаса на корабле. Однако, на пути осуществления идей Фуко лежали огромные технические трудности, преодолеть которые оказалось возможным лишь через полвека, на рубеже нынешнего столетия. Мощное развитие техники сделало возможным появление в начале XX в. высокосоввершенных гироскопических компасов, получивших общее признание и широкое распространение на военноморских флотах всего мира.

В настоящее время гироскопические приборы приобретают всё большее значение в различных областях техники. Особенно широкое применение получил гироскоп в авиации. Уверенное выполнение слепого полёта в условиях отсутствия видимости местных ориентиров, а также длительные многочасовые беспосадочные перелёты стали возможными благодаря целому ряду авиационных гироскопических приборов, которыми оснащён современный самолёт.

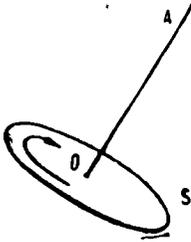
\*

Среди гироскопических компасов особую известность приобрёл американский гироскопический компас фирмы Сперри и германский гироскопический компас фирмы Аншютц. Высоким совершенством и смелостью вложенных в него идей отличается выпущенный в 1926 г. последний фирмой гироскопический компас «новый Аншютц» (в разработке которого принял участие знаменитый создатель теории относительности А. Эйнштейн).

В годы, предшествовавшие Великой Отечественной войне, на советских заводах осваивалось производство своих отечественных типов гироскопических компасов. А. Н. Крылов в эти годы работал консультантом на заводе, осваивавшем производство гироскопических компасов.

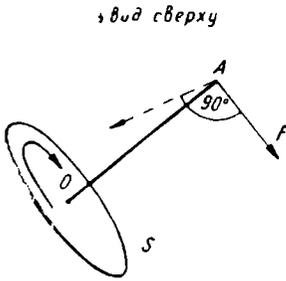
Это обстоятельство побудило А. Н. Крылова пересмотреть и заново переработать теорию этого прибора. Результатом этой работы А. Н. Крылова явился его замечательный труд «О теории гироскопа Аншютца», напечатанный в 1940 г. в «Известиях Академии Наук СССР».

Мы не будем подробно излагать здесь содержание этого труда А. Н. Крылова. Мы предпочитаем попытаться сделать понятной читателю самую идею современного гироскопического компаса, лежащую в основе гироскопов всех существующих систем.



Фиг. 1.

Представим себе гироскоп, состоящий из ротора  $S$  (фиг. 1), центр тяжести которого  $O$  тем или иным путём сделан неподвижным, между тем как оси симметрии гироскопа  $OA$  предоставлена свобода как угодно изменять своё направление, поворачиваясь вокруг точки  $O$ .

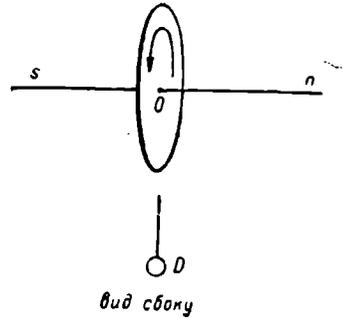


Фиг. 2.

Быстрое вращение ротора  $S$  вокруг оси симметрии  $OA$  сообщает гироскопу замечательное свойство энергично сопротивляться всяким усилиям, стремящимся изменить направление его оси симметрии; быстрое вращение гироскопа стабилизирует направление его оси симметрии в пространстве.

Однако не следует думать, что быстро вращающийся гироскоп совсем не реагирует на действие сил, приложенных к его оси симметрии. Представим себе, что в точке  $A$  к оси симметрии гироскопа приложена сила  $F$ , направленная перпендикулярно к этой оси (фиг. 2). Чем быстрее вращается гироскоп, тем незначительнее будет вызываемое силой  $F$  перемещение её точки приложения  $A$ . Наиболее замечательное свойство быстро вращающегося гироскопа связано с направлением этого перемещения. Оказывается, что под действием силы  $F$  точка  $A$  перемещается не по направлению этой силы, а по направлению, перпендикулярно к силе  $F$ . А именно, чтобы найти

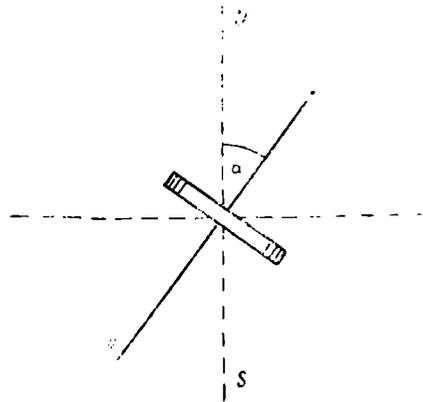
направление перемещения точки  $A$ , нужно мысленно повернуть силу  $F$  на прямой угол в ту же сторону, в которую вращается вокруг оси  $OA$  ротор  $S$  гироскопа (фиг. 2). Перемещение оси симметрии  $OA$ , вызываемое действием силы  $F$ , называется её прецессионным



Фиг. 3.

перемещением; высказанное правило называется правилом прецессии.

Замечательное свойство быстро вращающегося гироскопа, выраженное правилом прецессии, лежит в основе современного гироскопического компаса.



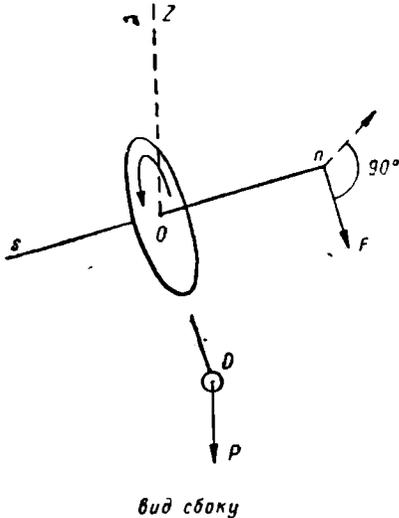
Фиг. 4.

лического компаса. Представим себе обыкновенный гироскоп, центр тяжести которого  $O$  опять предположим закреплённым неподвижно, а оси симметрии гироскопа дадим горизонтальное направление (фиг. 3). Концы оси симметрии условно назовём: «северным» концом  $n$  и «южным» концом  $s$ ; при этом назовём «северным» тот конец оси симметрии, с которого вращение ротора представляется происходящим против часовой стрелки (фиг. 3). Далее предположим, что к гироскопу прикреплен маятник  $D$  так, что во всех положениях прибора этот маятник принуждён оставаться перпендикулярным к оси гироскопа  $ns$ .

Быстрое вращение ротора гироскопа стабилизирует направление его оси симметрии  $ns$  в пространстве. Если «северный» конец  $n$  на-

правлен на какую-либо неподвижную звезду, то он получает тенденцию сохранять неизменным это направление в пространстве.

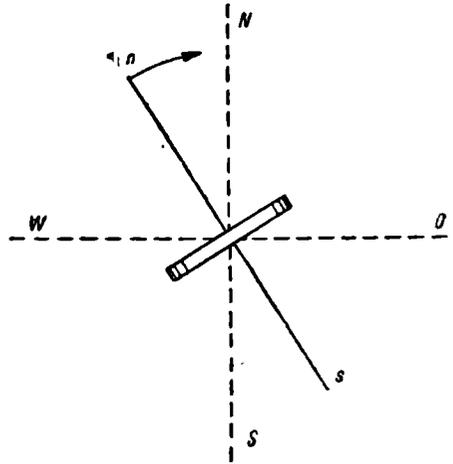
Положим теперь, что горизонтальная ось симметрии гироскопа  $ls$  отклонена от полуденной линии  $NS$  (фиг. 4). Допустим, что «северный» конец оси  $Ol$  отклонён от полуденной линии к Востоку на некоторый угол  $\alpha$  и направлен на неподвижную звезду, находящуюся на горизонте в восточной части небесного свода. Следствием из суточного вращения земли являются восход всех светил на Востоке



Фиг. 5.

и закат на Западе. Следовательно, и та звезда, на которую направлен «северный» конец  $Ol$  оси симметрии гироскопа, находясь на горизонте в восточной части небесного свода, будет постепенно подниматься над горизонтом. Но мы знаем, что быстрым вращением ротора гироскопа его ось  $ls$  стабилизирована в пространстве, ей сообщена тенденция сохранять неизменное направление на одну и ту же неподвижную звезду. Значит с подъемом данной звезды над горизонтом будет постепенно подниматься над плоскостью горизонта также и «северный» конец  $Ol$  оси симметрии нашего гироскопа. Но тогда маятник  $D$ , принужденный оставаться перпендикулярным к оси гироскопа  $ls$ , должен будет отклониться от своего вертикального положения (фиг. 5). Действие силы тяжести  $P$  маятника, стремящейся вернуть маятник в его вертикальное положение, а следовательно вернуть связанную с маятником  $D$  ось симметрии гироскопа  $ls$  в её первоначальное горизонтальное положение, вызовет появление в точке  $n$  силы  $F$ , приложенной к оси  $ls$  и направленной вниз. Каков эффект этой силы, приложенной к оси симметрии быстро вращающегося гироскопа, мы знаем: он дается известным уже нам «правилом прецессии». Чтобы найти направление перемещения оси  $ls$  под действием силы  $F$ , мысленно повернём силу  $F$  вокруг оси  $ls$  на прямой

угол в сторону вращения ротора гироскопа (фиг. 5). Мы заключаем, что «северный» конец  $Ol$  оси  $ls$  под действием силы  $F$  не опускается к горизонту, а поворачивается вокруг вертикали  $OZ$  от правой руки к левой (если представить себя стоящим по вертикали  $OZ$  лицом к точке  $n$ ), т. е. в сторону уменьше-



Фиг. 6.

ния угла  $\alpha$  или в сторону приближения к полуденной линии  $NS$  (фиг. 4).

Совершенно так же можно убедиться, что при отклонении «северного» конца оси симметрии гироскопа от полуденной линии к Западу он получает под влиянием суточного вращения земли и действия силы тяжести маятника тенденцию поворачиваться вокруг вертикали  $OZ$  от левой руки к правой, т. е. опять в сторону приближения к полуденной линии (фиг. 6). Итак, под влиянием суточного вращения земли и под действием силы тяжести присоединённого к гироскопу маятника, его ось симметрии  $ls$  приобретает свойства, аналогичные свойствам магнитной стрелки: она устанавливается по полуденной линии  $NS$  так, что её «северный» конец  $n$  получает направление к Северу ( $N$ ), чем оправдывается наименование «северного», которое мы придали этому концу оси  $ls$ .

Такова сущность действия современного гироскопического компаса. Следует отметить, что в отличие от магнитного компаса, указывающего направление магнитного меридиана, гироскопический компас даёт направление географического или истинного меридиана.

Мы рассмотрели принципиальную схему гироскопического компаса, установленного на неподвижном основании. Мы видели, что источником направляющей силы, приводящей ось такого гироскопа в плоскость меридиана, являются суточное вращение земли и действие силы тяжести присоединённого к гироскопу маятника. Рассмотрим теперь работу гироскопа на корабле (или на ином подвижном основании).

Вследствие сферичности земли путь, описы-

ваемый кораблём на поверхности океана, никогда не может быть строго прямолинейным; это всегда — сферическая кривая. Поэтому движение корабля никогда не может быть строго поступательным, оно всегда сопровождается вращениями, вызванными кривизной поверхности океана. Как ни мала эта кривизна, такой чувствительный прибор, как современный гироскопический компас, отзываясь на суточное вращение земли, одновременно должен отзваться и на те дополнительные вращения корабля, которые обусловлены сферичностью поверхности океана. Дополнительные вращения корабля вызывают погрешности в показаниях гироскопа, которые не могут быть оставлены без внимания (они могут достигать нескольких градусов). Величины этих погрешностей или девиаций гироскопа зависят от курса корабля; поэтому эти девиации называются курсовыми девиациями гироскопа.

Ещё более усложняется работа гироскопа на корабле в том случае, когда корабль движется с переменной скоростью или переменным курсом. В этом случае возникают явления, которые мы ежедневно наблюдаем, находясь в движущемся трамвайном вагоне. При резком торможении вагона все пассажиры, стоящие в вагоне, испытывают резкий толчок, отбрасывающий их к передней площадке вагона. Такой же толчок испытывает пассажир при прохождении вагона по закруглению, если вагон входит на закругление со значительной скоростью; здесь толчок направлен перпендикулярно к направлению движения: если вагон заворачивает направо, то все стоящие в вагоне с силой отбрасываются налево. Следовательно, при движении вагона с переменной скоростью или по криволинейному участку пути все находящиеся в вагоне пассажиры испытывают действие особой силы, которая называется силой инерции.

Такая же сила инерции действует на все предметы, находящиеся на корабле, когда он движется с переменной скоростью или переменным курсом; в частности сила инерции действует и на маятник гироскопа. Присоединяясь к действию силы тяжести, сила инерции заставляет маятник устанавливаться не по вертикали, а по отклонённой от отвесной линии направлению, которое получает название «кажущейся» вертикали. Замена истинной вертикали кажущейся вертикалью на корабле, который движется с переменной скоростью или переменным курсом, не может не отразиться на работе гироскопа на корабле, вызывая в его показаниях новые погрешности, называемые баллистическими девиациями гироскопа.

Наконец, третьей причиной погрешностей в показаниях гироскопа являются те ритмические движения корпуса корабля, которые происходят при качке. Вызываемые качкой девиации гироскопа называются его интеркардинальными девиациями.

Все перечисленные девиации гироскопа должны строго учитываться; способы их учёта составляют главное содержание теории гироскопа. Теория гироскопа «новый Аншютц» была впервые разработана Геккелером; однако не во всём выводы теории Геккелера согласо-

вались с опытом. Это и побудило А. Н. Крылова подвергнуть эту теорию пересмотру. Теория А. Н. Крылова даёт возможность точно учесть все девиации гироскопа типа «новый Аншютц».

\*

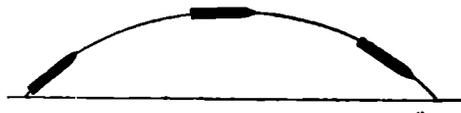
Другая замечательная работа А. Н. Крылова, относящаяся к механике быстро вращающихся тел, трактует об одном вопросе баллистики. В четвёртом томе «Собрания трудов



Фиг. 7. Полёт вращающегося снаряда в пустоте.

акад. А. Н. Крылова» помещён его большой труд «О вращательном движении продолговатого снаряда во время полёта».

С того времени, когда в стрелковой и артиллерийской практике сферические снаряды были



Фиг. 8. Полёт вращающегося снаряда в атмосфере.

заменены снарядами продолговатой формы, стало ясно, что для увеличения меткости стрельбы такими снарядами необходимо обеспечить их устойчивость в полёте, а для этого необходимо сообщить им быстрое вращение вокруг продольной оси. Это привело к введению нарезного оружия в пехоте и артиллерии. Пуля или снаряд, выходящие из ствола винтовки или из орудийного ствола, снабжённого винтовой нарезкой, получают быстрое вращение вокруг продольной оси, а вместе с тем приобретают свойства быстро вращающегося гироскопа.

Невращающийся продолговатый снаряд под влиянием сопротивления воздуха получает тенденцию к кувырканию в полёте, что понижает меткость стрельбы такими снарядами. Вращение снаряда вокруг продольной оси сообщает снаряду способность устойчиво лететь всегда головной частью вперёд, делает снаряд «послушным», как говорят артиллеристы.

Если бы полёт вращающегося снаряда происходил в безвоздушном пространстве (или в стратосфере на высоте 20 км и выше, где плотность воздуха очень мала), то вращающийся снаряд по его гироскопическим свойствам можно было бы уподобить гироскопу со стабили-

зированной быстрой вращением осью симметрии. В таком случае продольная ось снаряда сохраняла бы неизменное направление в пространстве (фиг. 7), и снаряд, конечно, не мог бы лететь всё время головной частью вперед. Если в действительности при полёте в атмосфере вращающийся продолговатый снаряд оказывается «послушным» (фиг. 8), то это может быть приписано только действию того же сопротивления воздуха, которое вызывает кувыркание и неправильный полёт невращающегося продолговатого снаряда.

Теория движения вращающегося продолговатого снаряда была дана впервые нашим соотечественником Н. В. Майевским во второй половине прошлого века. Результаты Майевского перешли из его «Ballistique extérieure» (1872) в мировую литературу по баллистике. Теория Н. В. Майевского была затем развита далее Н. А. Забудским (1895).

В 1919 г. в Англии был произведён обширный ряд тщательно поставленных опытов над движением вращающихся продолговатых снарядов. Опыты ставились в Портсмуте и состояли в стрельбе из орудий морской артиллерии по картонным щитам; изучение пробоев в щитах, поставленных на пути снаряда, давало возможность определить движение снаряда в полёте.

Несколько позднее Научно-технический комитет морских сил СССР поручил А. Н. Крылову подвергнуть вопрос о вращательном движении снаряда подробному теоретическому изучению и сличить результаты теории с английскими опытами. Это дало повод к появлению замечательного труда А. Н. Крылова.

В своём труде А. Н. Крылов подверг теории Майевского и Забудского детальной критике и значительно усовершенствовал их. Теория А. Н. Крылова хорошо согласуется с результатами английских опытов 1919 г. Теперь она пользуется общим признанием и лежит в основе советской баллистики.

\*

В 1932 г. появилась известная книга «Общая теория гироскопов и некоторых технических их применений», опубликованная А. Н. Крыловым.

В этом сочинении А. Н. Крылов дал образцовое по глубине анализа — и в то же время по совершенной ясности и доступности — изложение теории гироскопов, т. е. того раздела механики, который трактует о свойствах быстро вращающихся тел.

Теория гироскопов является одним из труднейших разделов механики, выходящим далеко за рамки вузовского курса теоретической механики. Между тем, книга А. Н. Крылова написана так, что она без труда усваивается читателем, знакомым с теоретической механикой лишь в объёме обычного вузовского курса.

Следует подчеркнуть одну особенность научного творчества А. Н. Крылова, ярко выраженную во всём его научном наследии, в том числе и в его замечательных работах по теории гироскопов. О чём бы ни писал А. Н. Крылов, он никогда не обращался к узкому кругу читателей-специалистов. Его влекло к себе общение с широкими читательскими массами. Убеждённый, что самая строгая теория всегда дойдёт до понимания читателя, практически знакомого с трактуемым вопросом А. Н. Крылов в своих сочинениях обращается всегда к широким кругам практиков, ищущих света теории для своей практической деятельности. Конечно, такое отношение к читателю налагает на автора обязательство доводить всё, что выходит из-под его пера, до предельной ясности и доступности. Считая себя обязанным всячески облегчать труд читателя, не слишком изощрённого в вопросах теории, А. Н. Крылов не жалел своих усилий для устранения трудностей, которые могли бы быть встречены читателем при изучении его работ. Только строгостью мысли и научностью изложения не жертвовал он никогда.

# ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА Н. Е. КУШЕВА

(1858—1941)

13 марта 1941 г. в Саратове на 83-м году жизни скончался Герой Труда профессор Николай Егорович Кушев. Его имя широко известно, особенно в Поволжье.

До последнего времени Н. Е. продолжал работать, состоя консультантом некоторых учреждений.

В 1938 г. общественность и научные учреждения отмечали 55-летний юбилей научной и общественной деятельности Н. Е., совпавший с его 80-летием. На специальной сессии были заслушаны доклады о работе юбиляра по малярии, глазным болезням, а также об его работе участковым врачом на селе, преподавателем и профессором.

Н. Е. Кушев родился 18 августа 1858 г. в Чебоксарах. После окончания Казанской 2-ой гимназии в 1878 г. Н. Е. поступил сначала на физико-математический, а затем перевёлся на медицинский факультет Казанского университета.

Еще будучи студентом-медиком 3-го и 4-го курса, Н. Е. практиковал у себя на родине, в Чебоксарской больнице. В 1883 г. Н. Е. окончил курс медицинского факультета, а с 1884 г. стал сельским врачом в с. Малая Сердоба, Петровского уезда, б. Саратовской губернии. В 1883 г. Н. Е. — хирург больницы в уездном городе Петровске. В 1898 г., после 17-летней службы на медицинском участке в селе и в уездном городе, Н. Е.

переселился в Петербург. Здесь, в Военно-медицинской академии в 1901 г. он сдал экзамены и защитил диссертацию на степень доктора медицины на тему «О боталловом протоке у детей». Затем он переезжает в г. Саратов на должность ординатора терапевтического отделения губернской больницы. В 1911 г. он — преподаватель Высших женских медицинских курсов, в 1920 г. — профессор по кафедре частной патологии и терапии на Медицинском факультете Саратовского университета, а в 1922 г. — по кафедре диагностики внутренних болезней. С 1922 г. Н. Е. принимает большое участие в работах по борьбе с малярией, являясь с момента организации Саратовской малярийной станции её заведующим, а впоследствии консультантом. По инициативе Н. Е. было

организовано и проведено пять поволжских малярийных съездов в гг. Саратов, Астрахань, Кузбывшево, Сталинграде и Горьком, сыгравших большую роль в деле правильной постановки борьбы с малярией в Поволжье.

Н. Е. четыре раза ездил за границу, начиная с 1889 г., когда он работал сельским врачом в с. Малая Сердоба. Он познакомился со знаменитым хирургом того времени проф. Вильротом; работал также в Пастеровском институте над антирабическими прививками в присутствии Пастера. В 1909 г. Н. Е. пробыл два месяца в Берлине, где изучал главным образом электрокардиографию. В 1911 г. Н. Е. получил командировку в Вену для изучения рентгенографии. В 1913 г. он едет в Лондон на Всемирный медицинский конгресс, где знакомится с Эрлихом, Кохом и другими крупнейшими учёными.

Н. Е. напечатал более 300 работ (статей, монографий, докладов, лекций, биографий и научных отчётов); около 70 работ Н. Е. посвятил малярии.

Н. Е. написал несколько учебных пособий, как например, «Диагностика болезней желудка» (1914), «Лекции по малярии» (1925) и редактировал различные издания, в частности, пять томов «Трудов Поволжских малярийных съездов». Н. Е. интересовался также историей медицины и опубликовал ряд статей

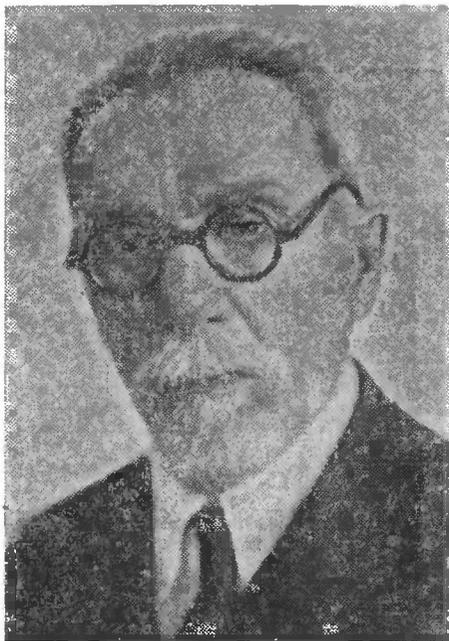
и биографий выдающихся деятелей.

Почти 20 лет Н. Е. был председателем старейшего Саратовского физико-медицинского общества, вместе со своим председателем принимавшего деятельное участие в открытии в Саратове в 1909 г. Государственного университета.

Советское Правительство в 1933 г. наградило Н. Е. Кушева высоким званием Героя Труда.

Своими работами Н. Е. способствовал выяснению многих тёмных сторон медицины; он изучал различные вновь открытые средства, предложил новые методы лечения болезней и организовывал борьбу с заболеваниями.

Н. О. Оленев и В. Л. Кушев.



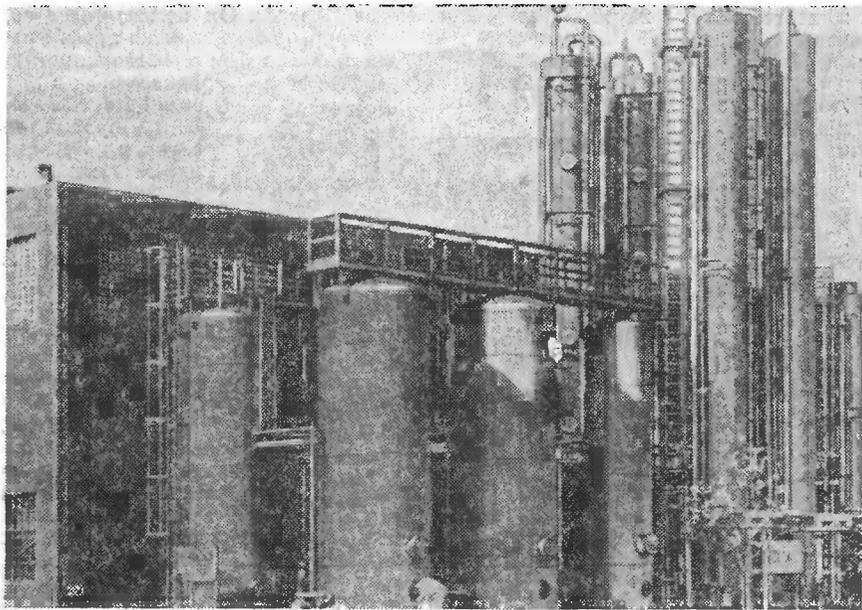
Проф. Н. Е. КУШЕВ.

# VARIA

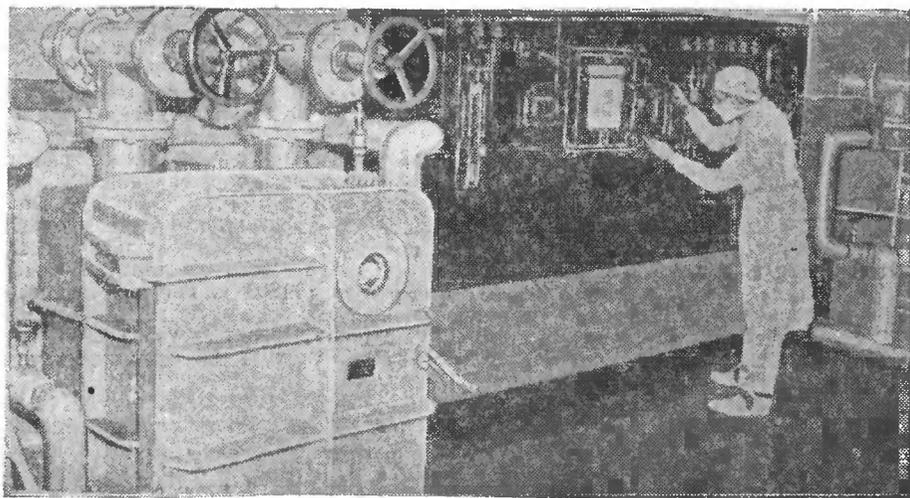
Производство пенициллина в США. Летом 1941 г. автор метода выделения чистого пенициллина проф. Флори и организатор первого промышленного производства пенициллина в Англии доктор Хитли получили приглашение приехать в США для организации массового пенициллинового производства. Их принял док-

тор Когхиль (Coghill) в лаборатории департамента земледелия вместе с кадром специалистов, имевших большой опыт работы с культурами микробов.

Ознакомившись из первоисточника со всем достигнутым в области пенициллина в Англии, сотрудники лаборатории доктора Когхилья



Фиг. 1. Огромные баки для выращивания пенициллина на пенициллиновом заводе в Тер-Хоуте, штат Индиана (США).

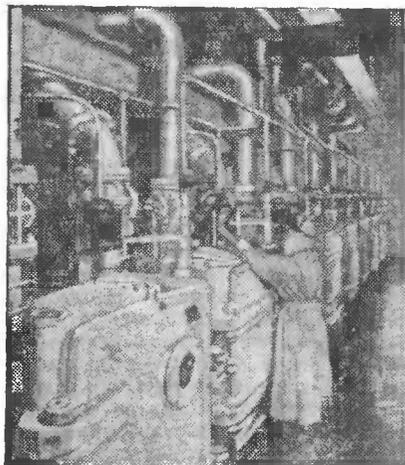


Фиг. 2. Контрольная аппаратура в комнате сушки пенициллина на заводе в Бруклине

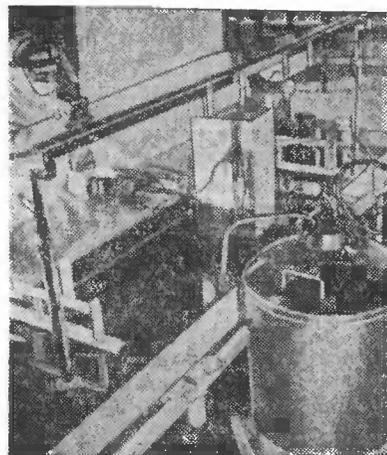
быстро двинулись дальше. Они, во-первых, использовали в качестве добавки к среде для выращивания плесени дешёвый отход кукурузной промышленности — воду от мочки кукурузного зерна (corn steep liquor). Эта добавка к среде во много раз увеличила «урожай» пенициллина. Первоначально работа шла со штаммом Флемминга. Однако в дальнейшем лаборатория

попадания бактерий как в питательную среду, так и в готовый продукт — должна быть полностью исключена.

На фиг. 1 изображены огромные баки ёмкостью по 60 тысяч литров, в которых на заводе в Тер-Хоуте, штат Индиана, выращивается плесень «пенициллиум». В бак накачивается стерилизованный воздух, и развитие плесени



Фиг. 3. Заводский цех вымораживания в вакууме жидкого пенициллина.



Фиг. 4. Контрольный просмотр пенициллина в стерилизованных пробирках.

организовала сортоиспытание на урожайность по пенициллину множества новых штаммов (видов?) грибка. Долго случайный штамм *Penicillium notatum* Флемминга оказывался наилучшим. Затем был найден штамм (вид?), который может расти не только на поверхности среды, подобно штамму Флемминга, но — что чрезвычайно важно — и внутри среды.

Путь от лабораторных испытаний к массовому производству пенициллина в США оказался особенно коротким. Там в 1945 г. уже действовал двадцать один пенициллиновый завод и производилось более четырёх килограммов (девять фунтов) пенициллина в сутки или 40 миллиардов стандартных единиц пенициллина в месяц, что соответствует 250 000 дозам для лечения тяжёлых заболеваний. Между тем, как за весь 1943 г. в США было произведено лишь 22 миллиарда единиц пенициллина.

Основное в производстве пенициллина — абсолютная чистота. Возможность загрязнения,

происходит во всей толще питательной жидкости, наполняющей бак.

Готовый урожай пенициллина в США путём вымораживания в вакууме освобождают от воды и получают в виде сухого порошка, который очищается и упаковывается в стерилизованные ампулы. Перед употреблением пенициллина до последнего времени растворялся в соляном растворе.

В настоящее время у нас в Москве также построен и пущен в ход пенициллиновый завод.

#### Литература

1. Журнал «Америка», № 3, стр. 52, 1945. — 2. G. Lacken. The Story of Penicillin. Foreword by Prof. Sir Alexander Fleming. London, 1945. — 3. Science. March, 9, p. 8, 1945.

В. С. Лехнович.

# КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

Л. Лейбсон. Разгаданный воздух. Детгиз, М. — Л., стр. 151, 1945. Ц. 7 р. 50 к.

Наука по самой природе своей содержит весьма значительный элемент авантюрного, приключенческого характера. Разве поиски путей в неведомых областях знания и явлений природы менее полны неожиданностей, чем путешествия в неисследованных странах? Разве от учёного, открывателя новых законов природы, требуется меньше находчивости, смелости, непреклонной воли в преодолении трудностей, чем от открывателя новых земель? Не случайно мы видим отражение этого в том обстоятельстве, что ряд серьёзных научных книг, порой ставших поистине классическими, авторами их озаглавливаются, как описания «Приключений». Кто из физиологов не знает «Приключений в области биофизики» Хилла? За этой книгой скоро последовали «Приключения в области дыхания» Хендерсона, потом появились «Приключения в области вакуумной химии» Хикмана.

Однако во всех этих книгах, рассчитанных на специалистов или, во всяком случае, на квалифицированных читателей из смежных областей науки, авторы ограничивались простым фактическим изложением последовательных этапов научного исследования, которое его творцами и участниками ощущалось как полное сюрпризов, тревожений, смены радостей и разочарований. Здесь читателю самому предоставляется собственной фантазией восстанавливать в своём воображении обстановку работы учёного, придающую его деятельности её специфический колорит, и все его переживания и ощущения. Между тем, выдвинув на первый план именно эти стороны развития научного исследования, эти черты творческой деятельности учёного, можно сделать изложение научных достижений доступным и увлекательным и для непосвящённого читателя, интерес которого необходимо искусственно возбудить умелой композицией, живым повествованием, занимательными деталями.

Мы хорошо знаем, что литература путешествий и приключений всегда была и остаётся излюбленным родом чтения для молодёжи, да и зрелый читатель сохраняет к ней привязанность. Если умело раскрыть и использовать элементы приключенческой романтики в науке, то под этой формой особенно легко довести до молодого, пытливого ума серьёзные сведения о научных открытиях, и не только обогатить такого читателя новыми познаниями, но только расширить его кругозор, но и привить ему стремление самому приобщиться к научной деятельности.

Именно такова книга Лейбсона. Её с правом можно бы озаглавить «Приключения в области пнеймохимии», т. е. химии воздуха и дыхания. Книга эта посвящена вопросу, разрешение которого, явившись одной из знаменательных вех в истории химии, одновременно теснейшим образом затронуло и коренные проблемы физиологии. Больше того, разъяснение химического

состава воздуха и развитие учения о химии газов не только обогатили науку фактическими открытиями фундаментальной важности, но и неразрывным образом сплелись с глубокой, революционной перестройкой казавшихся невыполнимыми теоретических представлений в области химии, представлений, воплощённых в теории флогистона.

Эпоха, к которой относятся описываемые в книге события, полна волнующей научной романтики; это фактически период рождения современной химии, и в то же время — это период первых попыток химического осмысления важнейших физиологических процессов, составляющих основу существования живого мира. Л. Г. Лейбсону чрезвычайно успешно удалось передать колорит этой эпохи великих научных открытий и придать форму увлекательной повести изложению открытий и воззрений, легших в основу развития важнейших разделов естествознания. Автор замечательно удачно сочетал в себе глубокие познания, безупречную добросовестность в изложении фактического, научного материала, с прекрасным владением литературным языком и даром умелой литературной композиции.

Книга предназначена для молодого читателя, школьника старшего возраста. Нет никакого сомнения, что этим читателем книга будет воспринята с большим интересом, встретит самый лучший приём и будет читаться с неослабевающим вниманием от начала до конца. И в то же время с наименьшим интересом прочтёт книгу Лейбсона взрослый читатель, каждый интересующийся историей развития химии, биологии, естествознания вообще. Даже специалист-химик или биолог, не имеющий времени, чтобы самому ознакомиться с документами из истории своей науки, получит немало наслаждение, когда со страниц «Разгаданного воздуха» перед ним вырисуются живые образы творцов великих открытий — Лавуазье, Бойля, Пристли, когда он сможет почувствовать правдиво переданную атмосферу великих очагов точного знания — Британского королевского общества, Парижской академии наук.

На всём протяжении книги явственно чувствуется, что она явилась результатом большой, добросовестной и продуктивной работы автора над историческими первоисточниками. Но при чтении мы с благодарностью воспринимаем лишь плоды этой работы, вся её техническая, прозаическая, угрожающая скукой сторона остаётся совершенно скрытой, исчезает за живой, увлекательной формой повести. Автор берёт фразы из сухих протоколов заседаний учёных обществ и академических комиссий, вкладывает их в уста действующих лиц, и слова оживают, облекаются плотью, запоминаются и воссоздают перед воображением читателя все перипетии развития научных исканий.

Всюду читатель, подходящий к тексту с историографической меркой, явственно ощущает аутентичность, документальную обоснованность всех описываемых событий. Поэтому

то книга, как уже указывалось, с неослабевающим интересом читается и специалистом, черпающим из живого и увлекательного изложения множество ценного исторического материала из эпохи истоков науки. И в то же время весь этот исторический материал так умело облечён в форму повести, что и самый юный читатель, молодой школьник, ни на минуту не заскушет за чтением книги. В книге нет никаких элементов поучения, и в то же время она многому научит читающего, познакомив его в той простейшей, элементарной форме, которая естественна для периодов зарождения новых областей знания, с такими важнейшими вопросами, как сущность химического анализа, учение о газах, природа и смысл дыхания животного и т. д.

Особенно большим достоинством книги является то, что в ней замечательно хорошо передана вся подлинная атмосфера экспериментального научного исследования. Автору действительно удаётся ввести читателя в самую гущу всех этапов разгадывания явлений, он заставляет нас ощутить и пережить все элементы, из которых складывается процесс научного творчества: любознательность, воображение, эксперименты с их радостями и неудачами, критика, сомнения, сопоставления и обобщения, возникновение гипотез, их развенчивание, или напротив — вырастание в теорию. Со всем этим знакомит книга, и можно быть уверенным, что немало будет случаев, когда её чтение заронит первые искры интереса к экспериментированию и научной деятельности.

Нельзя не поставить автору в заслугу, что он проявил большое чувство такта и меры в изложении трудных и шекотливых моментов из биографии Лавуазье. С заслуживающей всяческого одобрения чуткостью он сумел найти правильную линию: не загущивая теневого стороны, Л. Лейбсон нашёл способы правдиво вплести их в реальный облик живого человека, с недостатками и слабостями, которые, однако, не заслоняют гениальной деятельности великого учёного.

Без преувеличения можно сказать, что книга Л. Лейбсона представляет собою образец научно-популярного повествования для молодёжи, с соединяя, как уже отмечалось, безупречную строгость в отношении излагаемого фактического материала с редкой лёгкостью языка, высокими достоинствами литературного оформления и увлекательностью общей конструкции. Книгу смело можно поставить наряду с лучшими произведениями этого жанра нашей отечественной и зарубежной литературы. Она едва ли уступает таким признанным образцам научной повести, как книги Де Крюи, а в некоторых отношениях может быть даже и имеет перед ними определённые преимущества. Следует, наконец, отметить и хорошее художественное оформление книги: иллюстрации Н. Петровой сделаны с большим вкусом и прекрасно гармонизируют с текстом.

*В. А. Энгельгардт.*

«Доклады» Государственного Океанографического института. На правах рукописи. М. — Л.

Государственным Океанографическим институтом Главного управления гидрометеороло-

гической службы при Совете Министров СССР с начала его деятельности (организован в середине 1943 г. на основе бывшего Морского отдела Государственного гидрологического института) введены в практику открытые для всех еженедельные научные собрания, так называемые «пятницы».

Не ограничивая круга докладчиков на этих собраниях своими сотрудниками, Институт привлекает в качестве докладчиков и участников обсуждения работников филиалов Института на морях, морских обсерваторий и других учреждений Главного управления гидрометеорологической службы, всех родственными Институту учреждений других ведомств, офицеров флота и отдельных специалистов, стремясь обеспечить этим широкую взаимную информацию и обмен мнениями в области океанографических исследований и их задач и тем способствовать развитию отечественной океанографической науки.

Институт стремится сделать доклады достойным работников гидрометеорологической службы на морях и вообще всех океанографов Союза, способствуя этим скорейшему исполнению новых работ и развитию научной мысли.

Исходя из того, что большинство докладов в дальнейшем помещается в основных научных изданиях соответствующих учреждений, Институт стал издавать неперIODический журнал «Доклады». В «Докладах», как правило, печатаются сжатые изложения сделанных сообщений и прения по ним.

Таких докладов по 14 июня 1946 г. сделано 109, причём издан отдельной брошюрой перечень первых 100 докладов. Напечатано из них пока 35. Тираж издания «Доклады» (на правах рукописи) безусловно чрезмерно мал (200 — 300 экз.).

Отметим несколько докладов, наиболее общего интереса и наиболее близких по своей тематике основным читателям «Природы». Такими, по нашему мнению, доклады: И. А. Бенашвили о задачах морской метеорологии, Н. Н. Зубова о классификации морских течений по уравнениям движения, Б. Л. Лагутина об основных методах расчёта ледяных переправ и связанный с этим доклад Н. В. Зволинского об изгибе плавающего ледяного поля, не подчиняющегося гипотезе Кирхгофа, Л. А. Зенкевича об основных проблемах биологии моря, Н. И. Тарасова о навигационном значении биологических явлений, М. М. Сочова о ледовых массивах моря Советской Арктики, Б. С. Ильина о рыбных ресурсах Азовского моря в связи с проблемой его опреснения, К. А. Воскресенского о биофильных литорали с соображениями о построении биогидрологии прибрежья, В. В. Тимонова и И. С. Никитина о радиолокации как средстве океанографических исследований, П. И. Колоскова о природе муссонов и Н. Н. Зубова об очередных проблемах океанологии.

Наличие в Москве такого своеобразного «дискуссионного клуба» советских мореведов и публикация его деятельности ведёт к развитию и процветанию советской науки о море, необходимой нашей великой социалистической Родине.

*Н. И. Тарасов.*

**Акад. И. И. Шмальгаузен.** Проблемы дарвинизма. Допущено Всесоюзным Комитетом по делам высшей школы при СНК СССР в качестве учебного пособия для биофаков университетов и педузов. Государственное издательство «Советская наука», 528 стр., Москва, 1946. Ц. 30 руб.

Число учебных пособий по курсу дарвинизма растёт. После двух вузовских учебников (проф. И. М. Полякова и проф. А. А. Парамонова<sup>1</sup>) и выдержавшей два издания хрестоматии (проф. С. А. Новикова и проф. А. А. Парамонова), издательство «Советская наука» выпустило новую книгу, принадлежащую перу одного из виднейших наших дарвинистов — акад. И. И. Шмальгаузена. Имя акад. И. И. Шмальгаузена хорошо известно как старейшего представителя русской школы эволюционистов-морфологов, автора многочисленных работ по вопросам дарвинизма, в том числе двух монографий («Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии» 1938, 1942. «Пути и закономерности эволюционного процесса», 1939). Тем с большим интересом все, кто в своей научной или педагогической работе так или иначе соприкасается с проблемами дарвинизма, встретят выход в свет нового обширного труда акад. И. И. Шмальгаузена.

Книга состоит из двух частей — «Основы дарвинизма» (316 стр.) и «Проблемы эволюционной морфологии» (205 стр.). Обе части распадаются на ряд глав (всего 10), которые в свою очередь, разбиты на многочисленные разделы. В состав первой части входят следующие главы: I. Введение. Эволюционная теория и дарвинизм.<sup>2</sup> — II. Происхождение мира организмов. — III. Элементарные основы эволюции. — IV. Движущие факторы эволюции. — V. Проблемы органического многообразия. Вторая часть объединяет главы: VI. Проблема корреляций в развитии организмов. — VII. Проблема соотношений между индивидуальным и историческим развитием. — VIII. Проблема внешних и внутренних факторов в развитии организма. — IX. Направления эволюционного процесса. — X. Закономерности эволюции.

Мы не будем здесь пытаться в краткой форме передать содержание отдельных глав, одно простое перечисление которых ясно показывает, насколько многообразны и важны проблемы, трактуемые в этой интересной книге. Отметим только некоторые главнейшие её особенности. Как указывает в предисловии автор, при составлении пособия он учитывал наличие в советской литературе учебников по дарвинизму и отсутствие какой-либо сводки по современным проблемам дарвинизма. В связи с этим история эволюционного учения, а также теория Дарвина изложены кратко. Зато вопросам морфологических закономерностей

эволюции (главным образом, на материале из области зоологии позвоночных) уделено очень много места. В последнем нельзя, конечно, не упомянуть результата того, что сам автор много работал именно в этом направлении.

Оценивая книгу как учебное пособие по курсу дарвинизма, нужно отметить, что в ней не рассмотрены проблемы возникновения жизни на земле и происхождения человека, входящие в программу этого курса. Некоторые вопросы изложены очень кратко (например, проблема управления изменчивостью). Это, однако, не снижает большой ценности книги, которая и является вель не учебником, а учебным пособием, что далеко не одно и то же. В сущности говоря, перед нами — первая советская сводка по дарвинизму. Совершенно очевидно, насколько важным, но, вместе с тем и трудным делом, является составление такой сводки. И никто, конечно, не поставит в вину автору то, что не все вопросы дарвинизма отражены в ней в равной степени. Следует также иметь в виду, что сводка эта глубоко оригинальна в том смысле, что в освещении всего приведенного в ней фактического материала автор исходит из своих личных концепций, часто не отмечая существования и иных точек зрения на тот или иной предмет и не загружая текста большим количеством имен различных исследователей. Это — характерная особенность книги, придающая всему изложению значительную целенаправленность. Самой собой разумеется, что автор полностью использовал свои прежние работы по разным вопросам дарвинизма, в частности, упомянутые выше две свои монографии. Но круг вопросов, охваченных в этой книге, значительно шире. К тому же и те разделы её, которые по своей тематике соответствуют прежним исследованиям автора, в ряде пунктов подвергались дальнейшей разработке, так что мы с полным правом можем говорить о книге как о новом труде акад. И. И. Шмальгаузена.

Здесь не место подвергать критическому рассмотрению взгляды автора в целом. Некоторые из развиваемых им положений несомненно являются дискуссионными, что в настоящее время в крупной работе по дарвинизму вообще совершенно неизбежно. Отметим, однако, следующие моменты, представляющие, как нам кажется, особенно большую ценность, но далеко не исчерпывающие, конечно, всего богатого содержания книги. Весьма полно рассмотрен вопрос о половом отборе как особой форме естественного отбора (в гл. II) — проблеме, которой в руководствах по дарвинизму не всегда, к сожалению, уделяется должное внимание. Очень интересно написана также глава III-я, трактующая широко известные взгляды автора на роль разных форм изменчивости в эволюционном процессе. Даваемая здесь же критике неоламаркизма и неодарвинизма должна быть признана весьма удачной. Проблема движущих факторов эволюции (гл. IV) неоднократно рассматривалась автором в прошлых его работах. Предлагаемая им классификация форм борьбы за существование (формы элиминации и формы соревнования), а также изложение вопроса об естественном отборе и об его творческой роли в эволюции — одно из центральных мест в книге. Много

<sup>1</sup> Рецензии на оба эти курса были даны нами на страницах «Природы» (№ 1, 1943; № 5, 1946).

<sup>2</sup> Отметим, кстати, что в тексте «введение» включено в состав первой части, а в оглавлении оно выделено из него ... Такая неряшливость издательства в оформлении книги производит досадное впечатление.

внимания уделено проблеме целостности организма в процессе эволюции (гл. VI) — вопросу, в разработке которого акад. И. И. Шмальгаузену принадлежит, как известно, ведущая роль. Весьма содержательны также и другие главы, трактующие проблемы эволюционной морфологии. В главе VII нам хотелось бы особенно выделить рассмотрение автором трудных вопросов о редукции органов и об атавизме, получающих, на основе учёта взаимосвязанности процессов онтогенеза, вполне рациональное объяснение. Не менее ценны и все остальные главы, излагающие основные морфологические проблемы в свете дарвинизма. Отметим вопрос о соотношении внешних и внутренних факторов в эволюции (гл. VIII) о путях эволюции (гл. IX), о смене фаз в эволюции (гл. X) и др.

Переходя к некоторым критическим замечаниям, мы, прежде всего, остановимся на принятом автором плане изложения. Как видно из приведённого выше перечня глав, материал излагается по-проблемно. Против такого порядка изложения в книге, подобной рецензируемому труду возражать не приходится. Однако известным недостатком при этом является то, что один и тот же вопрос сплошь и рядом разбирается в разных местах книги. В полной мере избежать этого при по-проблемном изложении материала едва ли возможно, но некоторых повторений всё же, несомненно, можно было бы избежать. Так, борьба за существование рассматривается трижды — сначала весьма коротко в связи с изложением теории Дарвина (гл. II, стр. 42), далее — несколько более подробно в той же II главе (стр. 90—97) и, наконец, — весьма обстоятельно в современном её понимании в главе IV (стр. 243—260). В результате, о неудачности термина «борьба за существование» мы читаем на стр. 42 и опять на стр. 91. Нам представляется, что выделять в особый раздел второй главы вопрос о борьбе за существование и естественном отборе едва ли следовало. Относящийся сюда материал частично мог бы быть дан ранее, при изложении теории Дарвина, частично — отнесён к анализу современного положения этих вопросов. От этого изложение стало бы более компактным. Повторение одних и тех же положений в книге вообще встречается неоднократно. Так, известное замечание Энгельса о том, что и «без мальтусовских очков» можно увидеть в природе борьбу за существование, упоминается на стр. 95 и на стр. 155. Характеристика определённой и неопределённой изменчивости даётся на стр. 34—36 и на стр. 209—210. Опыт с развитием архегониев и антеридиев на верхней поверхности заростка папоротника при освещении его снизу излагается на стр. 143 и на стр. 231 и т. п. Не вполне удачной кажется нам также характеристика проблемы, рассматриваемой во второй главе, как «происхождение мира организмов». В эту проблему (которой отведено 166 страниц) включена общая история эволюционной идеи, изложение и оценка теории Дарвина, доказательства существования эволюции, история борьбы за дарвинизм. Не лучше ли было бы обозначить её как историю развития эволюционного учения и рассматривать как историческое введение

к последующему по-проблемному анализу современного дарвинизма?

Приведём некоторые отдельные частные замечания по существу содержащегося в книге материала.

1) Как ни коротко изложена теория Лаварка (стр. 15—16), хотелось бы всё же чтобы в этом изложении были более подчеркнуты два момента: своеобразие действия внешней среды на растения по сравнению с высшими животными, и роль психического фактора в эволюции последних. Без этого может остаться непонятной связь некоторых разновидностей неоламаркизма с учением самого Лаварка.

2) Не отмечено должным образом влияние взглядов Ляйелля на Дарвина.

3) На стр. 50 — досадный ляпсус. В качестве примера организмов, совмещающих способность к фотосинтезу с заглатыванием «плотного органического питательного материала» приводятся «различные *Volvocales*, представители *Chlamydomonas*, *Euglena* и другие». Это неверно. Ни *Volvocales* (к которым относятся и *Chlamydomonas*) ни *Euglena* к заглатыванию твёрдых пищевых частиц не способны. Соответственно должна быть исправлена и подпись под рис. 19, изображающем *Euglena viridis*.<sup>1</sup>

4) В подробном руководстве по дарвинизму желательно было бы видеть более подробные данные по экспериментальному изучению покровительственных особенностей внешнего вида (работы Мортон-Джонса, Мостлера и др.).

5) На стр. 1937 в качестве примера симбиоза упоминается лишайник, причём взаимоотношения гриба и водоросли толкуются в смысле обоюдного приспособления этих организмов друг к другу. Если уж приводить этот пример, то следовало бы остановиться на нём несколько подробнее, показав всю относительность этой приспособленности (паразитизм и сапрофитизм гриба на водоросли).

6) При изложении теории мутаций (стр. 200) не указано весьма характерное для де-Фриза разграничение элементарных видов и разновидностей.

7) Жалко, что автор не приводит данных по искусственному синтезу у растений амфидиплоидов, подобных существующим в природе видам (работы Мюнцинга над *Galeopsis* и др.). Эти исследования представляют нам весьма важными как одно из доказательств большой роли гибридных процессов в природе.

В заключение отметим ещё следующее. Книга представляет собой учебное пособие, предназначенное для студентов. Насколько успешно может она выполнять эту функцию? Прежде всего, — о стиле изложения. Вся книга написана очень хорошим, сжатым, чётким языком. Такие не совсем удачные выражения как, на-

<sup>1</sup> Утверждение, что эвглены способны заглатывать твёрдые частицы (например, бактерий), к сожалению, иногда встречается в книгах по эволюционному учению (см. С. Д. Ч у л о к. Теория эволюции Биомедгиз, стр. 11, рис. 4, 1937). Такая возможность, допускаясь некоторыми авторами ныне категорически отвергается.

пример, «ламаркизм витает (разрядка наша. В. П.) между механистическим материализмом и идеализмом» (стр. 192), «теория естественного отбора даёт совершенно не принуждённое объяснение процессу образования разрывов между разновидностями...» (стр. 286)—встречаются крайне редко. И всё же в некоторых своих частях она, несомненно, будет трудна для студентов. Этому способствует то обстоятельство, что автор сплошь и рядом, вводя те или иные термины или понятия, вовсе не объясняет их или объясняет только спустя много страниц после того, как они были впервые приведены. Подобных примеров в книге можно найти немало. Так, на стр. 243 упоминаются биотический потенциал Чэпмена, а также «давление организмов» или «скорость передачи геохимической энергии жизни» акад. В. И. Вернадского, но нигде не сказано, что это такое. На стр. 269 говорится об «известной формуле Фишера» тоже без какого либо пояснения. На стр. 301 мы находим определение экотипа, но этот термин неоднократно фигурировал уже ранее. На стр. 518 даётся ссылка — «см. сводку Т. Эдингера», но никаких других указаний на то, что это за сводка и где её найти — нет...

Наконец, нам кажется непонятным отсутствие в книге списка литературы. Наличие такового и при том в большем объёме, чем в учебнике, повысило бы ценность книги как учебного пособия.

Издана книга хорошо, богато иллюстрирована.

«Проблемы дарвинизма» акад. И. И. Шмальгаузена безусловно являются весьма ценным вкладом в советскую дарвинистическую литературу. Книга эта принесёт большую пользу и не только студентам, но и всем специалистам-биологам, даже не работающим непосредственно в сфере тех вопросов, которые обсуждаются в этом большом и нужном труде.

Нам кажется, что перед советскими дарвинистами встаёт теперь почётная задача составления расширенного руководства по дарвинизму, подобного, скажем, издающемуся в настоящее время руководству по зоологии, охватывающего все его основные разделы. Признание дарвинизма самостоятельной научной дисциплиной и тот исключительно большой удельный вес, который имеют в мировой дарвинистической литературе труды советских учёных, — обязывают к постановке такой задачи. «Проблемы дарвинизма» акад. И. И. Шмальгаузена могут рассматриваться как существенная веха на пути её реализации. В полном же объёме она может быть, конечно, решена только в результате коллективной работы ряда исследователей, объединить и возглавить труд которых должна Академия Наук СССР в лице Отделения биологических наук.

В. И. Полянский.

# ОТКРЫТА ПОДПИСКА

НА ЖУРНАЛЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

на 1947 г.

| № №<br>п. п. | Наименование журнала  | Число<br>номеров<br>в год | Подписная<br>цена<br>на год |
|--------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| 1            | Автоматика и телемеханика . . . . .                         | 6                         | 45 руб.                     |
| 2            | Акта физико-химика . . . . .                                | 6                         | 72 "                        |
| 3            | Астрономический журнал . . . . .                            | 6                         | 36 "                        |
| 4            | Биохимия . . . . .  | 6                         | 36 "                        |
| 5            | Ботанический журнал . . . . .                               | 6                         | 27 "                        |
| 6            | Вестник АН СССР . . . . .                                   | 12                        | 96 "                        |
| 7            | древней истории . . . . .                                   | 4                         | 120 "                       |
| 8            | Джорнал сф физикс . . . . .                                 | 6                         | 108 "                       |
| 9            | Доклады АН СССР (русские) . . . . .                         | 36                        | 216 "                       |
| 10           | (иностранные) . . . . .                                     | 36                        | 216 "                       |
| 11           | Журнал аналитической химии . . . . .                        | 6                         | 36 "                        |
| 12           | физической химии . . . . .                                  | 12                        | 144 "                       |
| 13           | экспериментальной и теоретической физики . . . . .          | 12                        | 108 "                       |
| 14           | общей биологии . . . . .                                    | 6                         | 45 "                        |
| 15           | химии . . . . .   | 12                        | 108 "                       |
| 16           | прикладной химии . . . . .                                  | 12                        | 126 "                       |
| 17           | технической физики . . . . .                                | 12                        | 144 "                       |
| 18           | Зоологический журнал . . . . .                              | 6                         | 54 "                        |
| 19           | Записки Всероссийского минералогического общества . . . . . | 4                         | 30 "                        |
| 20           | Известия АН — отделение истории и философии . . . . .       | 6                         | 54 "                        |
| 21           | — литературы и языка . . . . .                              | 6                         | 54 "                        |
| 22           | — технических наук . . . . .                                | 12                        | 180 "                       |
| 23           | Известия АН — отделение химических наук . . . . .           | 6                         | 63 "                        |
| 24           | — экономики и права . . . . .                               | 6                         | 45 "                        |
| 25           | — серия биологическая . . . . .                             | 6                         | 72 "                        |
| 26           | — географическая и геофизическая . . . . .                  | 6                         | 54 "                        |
| 27           | — геологическая . . . . .                                   | 6                         | 90 "                        |
| 28           | — математическая . . . . .                                  | 6                         | 54 "                        |
| 29           | — физическая . . . . .                                      | 6                         | 72 "                        |
| 30           | Известия Всесоюзного Географического общества . . . . .     | 6                         | 63 "                        |
| 31           | Коллоидный журнал . . . . .                                 | 6                         | 45 "                        |
| 32           | Математический сборник . . . . .                            | 6                         | 90 "                        |
| 33           | Мерзотоведение . . . . .                                    | 2                         | 15 "                        |
| 34           | Микробиология . . . . .                                     | 6                         | 54 "                        |
| 35           | Наука и жизнь . . . . .                                     | 12                        | 36 "                        |
| 36           | Почвоведение . . . . .                                      | 12                        | 72 "                        |
| 37           | Прикладная математика и механика . . . . .                  | 6                         | 63 "                        |
| 38           | Природа . . . . .   | 12                        | 72 "                        |
| 39           | Советское государство и право . . . . .                     | 12                        | 108 "                       |
| 40           | Советская этнография . . . . .                              | 4                         | 90 "                        |
| 41           | ботаника . . . . .  | 6                         | 36 "                        |
| 42           | Успехи современной биологии . . . . .                       | 6                         | 60 "                        |
| 43           | химии . . . . .   | 6                         | 48 "                        |
| 44           | Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова . . . . .    | 6                         | 72 "                        |

**Подписка принимается:** конторой „Академкнига“, Москва, Пушкинская ул., 23; книжным магазином „Академкнига“, Москва, ул. Горького, 6; Отделениями конторы: Ленинград, Литейный, 53а; Свердловск, ул. Малышева, 58; Ташкент, ул. К. Маркса, 29 и отделениями „Союзпечати“.

Цена 6 руб.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1947 ГОД

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

36-й год издания

# „ПРИРОДА“

36-й год издания

Председатель редакционной коллегии акад. *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), 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. *И. И. Шмальгаузен* (отд. общей биологии), проф. *М. С. Эйгенсон* (отд. астрономии).

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

**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, науки и строительство СССР, география, организованы также отделы: естественные философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, юбилеи и даты, потери науки, критика и библиография.

**ЖУРНАЛ РАССЧИТАН** на научных работников и аспирантов — естествовников 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“ реферировует естественно-научную литературу.

Редакция: Ленинград 22, ул. проф. Попова, 2, кв. 20.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:** НА ГОД ЗА 12 №№ . . . . . 72 РУБ.  
НА 1/2 ГОДА ЗА 6 №№ . . . . . 36 РУБ.

Подписку принимают: Контора по распространению изданий Академии Наук СССР „Академкнига“ — Москва, Волхонка, 14; книжный магазин Академкниги — Москва, ул. Горького, 6; отделения Конторы Академкниги — Ленинград, Литейный, 53; Свердловск, улица Малышева, 58; Ташкент, улица Карла Маркса, 29, и отделения Союзпечати.