

ПРИРОДА

5

МАЙ

1959



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

CONTENTS

The Philosophical Basis of Modern Natural Science (on the 50th Anniversary of the Publication of W. I. Lenin's «Materialism and Empiriocriticism»), by <i>D. M. Troshin</i>	3
A Scientist of High Standing and Ardent Revolutionary (Obituary of G. M. Krzyzhanovskii, Member of the Academy)	11
Colour Vision in Man and Animals, by <i>M. M. Bongard</i> and <i>M. S. Smirnov</i>	13
Paleotemperatures and the Origin of Abyssal Fauna, by <i>Professor J. A. Birstein</i>	21
Long-range Propagation of Ultrashort Radiowaves, by <i>Professor M. P. Dolukhanov</i>	29
Catalysis in the Production of Solid Polymeres from Olefines, by <i>J. T. Eidus</i>	35
Halophilous Bacteria, by <i>Professor L. I. Rubenchik</i>	41

THE SEVEN YEAR PLAN AND SCIENCE PROBLEMS

Prospects for the Development of Science in Georgia, by <i>N. I. Muskhelishvili</i> , Member of the Academy.	45
--	----

SCIENCE PROTECTION PROBLEMS

The Prizevalski Horse, by <i>Professor A. G. Bannikov</i> , <i>Eregden Dagva</i> , <i>Dondoghiin Tserenmid</i> and <i>I. S. Sles</i>	50
--	----

SCIENCE IN THE PEOPLE'S DEMOCRACIES

Experimental Confirmation of the Theory of Evolution (Echinodermata as an Object for the Study of Developmental Processes), by <i>Dr. Christian Schönfeld</i>	56
---	----

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

An Eminent German Naturalist (on the 100th Anniversary of the Death of A. Humboldt).	62
A Scientist of Many-sided Activity and a Humanist, by <i>Professor E. Stresemann</i>	62
An Outstanding Naturalist and Geographer, by <i>A. A. Grigoriev</i> , Member of the Academy	66

NEW DEVELOPMENTS IN SCIENCE

An artificial sodium comet, by <i>V. L. Kurt</i> (74). The electrets, by <i>A. N. Gubkin</i> (77).
--

SCIENTIFIC COMMUNICATIONS

Automatic treatment of particle track photographs in bubble chambers, by *B. N. Moiseev* (82). Direct observation of dislocations in metals, by *V. N. Gkeminov* (84). Electronic computer information in chemistry, by *G. E. Vleduts* and *A. L. Seifer* (86). Sodium glutamate, a valuable flavouring product, by *M. A. Babaian* (89). Floods and inundations, by *I. A. Kuznetsov* (90). Forest and climate, by *J. I. Feldman* (93). An instance of relative plasticity of quartzite and marble, by *I. S. Delitsyn* (96). Nitrogenous substances in pumpkin seed, by *Z. G. Erstigneeva* and *K. B. Aseeva* (97). Growth of plants on artificial nutrient media, by *E. M. Tsvetaeva* (100). Underwater observations as a source of scientific information, by *J. P. Znamensky* (102). *Oxys canadensis* in Yakutia, by *R. G. Cleremkin* (107). Ancient mercury mines in South Ferghana, by *A. I. Poshka* and *V. P. Fedorchuk* (108).

FRUIT AND FLOWER CULTURE

Damage to goosberry and strawberry plants by rodents, by *F. A. Shvanderov* (110). Indoorflowering of a ficus, by *P. V. Sapankevich* (111). The odoriferous cyclamen, by *B. A. Bykov* (112).

CURRENT EVENTS IN SCIENCE

A seminar at the Institute for Physical Problems (113). At the Ural Section of the Mineralogical Society, by *I. A. Judin* (114).

NOTES AND OBSERVATIONS

A meteorite found, by *A. I. Shulzhenko* (115). Columnar concretions in Bulgaria, by *Professor V. I. Slavin* (116). Interesting cases of phototropism, by *A. M. Gusseinov* (117). Adventitious roots of trees, by *V. V. Mironov* (118). A mountain goat from the Lower Pliocene in the Crimea, by *J. P. Kurilov* (119).

BOOK REVIEW

Korean geographers telling about their own country, by *L. V. Arzamastseva* (120). Essays about geologists by *Professor I. I. Shafranovsky* (121). New books (122).

NATURE'S CALENDAR

Spring in water reservoirs, by *N. N. Galakhov* (125). Spring in the protective forest plantations of West Kazakhstan, by *E. S. Petrenko* (126). Late spring colds, by *S. I. Khomchenko* (126). May in Buryatia, by *I. S. Kotor* (127). The West-Siberian forest-steppe belt in spring-time, by *W. N. Golubev* (127).

ПРИРОДА

М А Й

5

1959

ГОД ИЗДАНИЯ Сорок восьмой

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Д. М. ТРОШИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик Н. Н. АНИЧКОВ (медицина), академик А. Е. АРБУЗОВ (химия), академик К. М. БЫКОВ (физиология), академик А. П. ВИНОГРАДОВ (геохимия), академик И. П. ГЕРАСИМОВ (география), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (зоология и паразитология), академик В. Н. СУКАЧЕВ (ботаника), академик А. М. ТЕРНИГОВЕВ (техника), академик Н. В. ЦИЦИН (сельское хозяйство), член-корреспондент АН СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (математика), член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (океанология), член-корреспондент АН СССР Х. С. КОШТОЯНЦ (физиология), член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология), член-корреспондент АН СССР Б. В. НЕКРАСОВ (химия), член-корреспондент АН СССР Н. И. ПУЖДИН (биология), член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (физиология растений), член-корреспондент АН СССР А. И. ШАЛЬНИКОВ (физика), доктор биологических наук И. А. ЕФРЕМОВ (палеонтология), доктор биологических наук В. Л. КРЕТОВИЧ (зоология), доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (астрономия), доктор физико-математических наук С. Ю. ЛУКЬЯНОВ (физика), доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (геофизика), доктор физико-математических наук К. К. МАРДЖАНИШВИЛИ (математика), доктор географических наук А. Х. ХРГΙΑН (метеорология), доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (палеонтология).
А. И. НАЗАРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

Д. М. Трошин. Философская основа современного естествознания (К 50-летию выхода в свет книги В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм»)	3
Замечательный ученый, пламенный революционер	11
М. М. Бонгард, М. С. Смирнов. Цветное зрение человека и животных	13
Профессор Я. А. Бирштейн. Палеотемпературы и проблема происхождения глубоководной фауны	21
Профессор М. П. Долуханов. Дальнее распространение ультракоротких радиоволн	29
Я. Т. Эйдус. Катализ в синтезе твердых полимеров из олефинов	35
Профессор Л. И. Рубенчик. Солелюбивые бактерии	41

СЕМИЛЕТКА И ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

Академик Н. И. Мухелишвили. Перспективы развития естественных наук в Грузии	45
---	----

В ЗАЩИТУ ПРИРОДЫ

Профессор А. Г. Банников, Эрвдэн Дагва, Профессор Дондогийн Цэвэгмид, И. С. Слесь. О лошади Пржевальского	50
---	----

НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

Д-р Христиан Шёнфельд. Экспериментальное подтверждение теории эволюции (Иглокожие как объект изучения процессов развития)	56
---	----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Выдающийся немецкий естествоиспытатель (К 100-летию со дня смерти А. Гумбольдта)	
Профессор Е. Штревеман. Разносторонний ученый и гуманист	62
Академик А. А. Григорьев. Крупнейший натуралист и географ	66

НОВОСТИ НАУКИ

В. Л. Курт. Искусственная натриевая комета (74). А. Н. Губкин. Электреты (77).	
--	--

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Б. Н. Моисеев. Автоматизация обработки снимков следов заряженных частиц в пузырьковых камерах (82).	
В. Н. Геминев. Непосредственные наблюдения дислокаций в металлах (84). Г. Э. Владуц, А. Л. Сейфер. Машинная информация в химии (86). М. А. Бабаян. Глютаминат натрия — ценный вкусовой продукт (89). И. А. Кузнецов. Паводки и наводнения (90). Я. И. Фельдман. Лес и климат (93). И. С. Делицин. Относительная пластичность кварцитов и мрамора (96). З. Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева. Об азотистых веществах пасоки тынвы (97). Е. М. Цветаева. Выращивание растений на искусственных питательных средах (100). Ю. П. Знаменский. Подводные наблюдения — в помощь науке (102). Р. Г. Черемкин. Снежный баран в Якутии (107). А. И. Пошка, В. П. Федорчук. Древние разработки ртути в Южной Фергане (108).	

ПЛОДОВОДСТВО И ЦВЕТОВОДСТВО

Ф. А. Швандеров. Повреждение грызунами крыжовника и земляники (110). П. В. Сапанкевич. Цветение фикуса в комнатных условиях (111). Б. А. Быков. Душистый цикламен (112).	
--	--

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

Семинар Института физических проблем (113). И. А. Юдин. В Уральском отделении Всесоюзного минералогического общества (114).	
---	--

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

А. И. Шульженко. Находка метеорита (115). Профессор В. И. Славин. Столбообразные конкреции в Болгарии (116). А. М. Гусейнов. Интересные случаи фототропизма (117). В. В. Мионов. Придаточные корни деревьев (118). Я. П. Курилов. Нижнеплиоценовый горный козел в Крыму (119).	
--	--

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Л. В. Арвасццева. Корейские географы о своей стране (120). Профессор И. И. Шафрановский. Очерки о геологах (121). Коротко о новых книгах (122).	
---	--

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

Н. Н. Галахов. Весна на водоемах (125). Е. С. Петренко. В защитных лесонасаждениях Западного Казахстана (126). С. И. Хомченко. «Черемуховые холода» (126). И. С. Котов. Май в Бурятии (127). В. Н. Голубев. Западносибирская лесостепь весной (127).	
--	--



ФИЛОСОФСКАЯ ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

К 50-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В СВЕТ КНИГИ В. И. ЛЕНИНА «МАТЕРИАЛИЗМ И ЭМПИРИОКРИТИЦИЗМ»

Д. М. Трошин



В этом году все прогрессивное человечество отмечает выдающуюся дату — пятидесятилетие выхода в свет классического философского труда В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм». Величайший стратег революции, создатель самой революционной партии, партии нового типа — Коммунистической партии Советского Союза, организатор и руководитель первого в мире социалистического государства, В. И. Ленин внес неоценимый вклад в сокровищницу современной науки.

Научная деятельность В. И. Ленина не ограничивается областью общественных наук. Его глубоко волновали судьбы человеческого знания, и ныне нет ни одной области науки, которая могла бы развиваться вне и помимо идейных и теоретических основ, разработанных Лениным в области естествознания.

* * *

На заре нашего столетия новые открытия коренным образом изменили естественнонаучную картину мира, господствовавшую около трехсот лет в умах ученых и считавшуюся незыблемой. Естествоиспытатели не сразу оценили значение этих новых открытий в науке; этому мешали, прежде всего, веками укоренившиеся представления о метафизической природе окружающего мира.

Основой этих представлений до конца XIX в. была механика макроскопических тел. Считалось, что материя состоит из про-

стых неделимых атомов. Движение объяснялось чисто механически действующими силами притяжения и отталкивания. Пространство истолковывалось как некое вместилище, наполненное материей. В целом природа, со всеми ее бесконечно малыми и бесконечно большими величинами, рассматривалась абсолютно одинаково и объяснялась механическими процессами. Такая картина мира считалась законченной, хорошо объясняющей все известные процессы, а задачи науки сводились лишь к подтверждению и совершенствованию этих представлений.

С позиций диалектического материализма такая концепция в своей основе была порочной: во-первых, она противоречила объективной диалектической природе окружающего мира и, во-вторых, ограничивала науку и ставила пределы познанию и тем самым не соответствовала диалектическому процессу развития самого познания.

Еще Энгельс предвидел дальнейший прогресс науки, ее неограниченные возможности в раскрытии диалектической картины мира. Начавшийся процесс изгнания метафизики из науки уже тогда привел к коренной ломке представлений в космогонии, геологии, в биологии и химии. В конце XIX в. этот процесс распространился и на физику. В 1896 г. был установлен факт радиоактивности, который сразу изменил многие прежние представления. Уже одним этим была доказана изменчивость атома, его самопроизвольный распад, результатом которого является выделение

радиоактивных лучей. Установление превращаемости сложных атомов урана и радия в более простые атомы других химических элементов раскрывало их генетическую взаимосвязь. Само выделение энергии атомов урана и радия при их распаде еще не было объяснено в тот период, но уже это явление показывало наличие каких-то новых форм движения материи, совершающихся внутри атома.

В 1897 г. была открыта мельчайшая частица с отрицательным зарядом — электрон. С этого момента наука раскрывала все новые и новые стороны материального мира. Атом, считавшийся последней неделимой частицей материи, предстал как сложная система частиц, обладающих электрическим зарядом. Возникла новая электронная теория строения материи.

Вслед за этим было установлено, что масса электрона не является постоянной, а меняется по определенным законам, в зависимости от скорости; механическая форма движения материи оказалась не всеобщей, как полагали раньше, а частной, ограниченной определенной областью.

В 1900 г. было доказано, что испускание электромагнитной энергии и ее поглощение атомами происходит дискретными порциями. Это опровергло метафизический взгляд на движение материальных частиц как непрерывное. Важную роль для развития физических теорий имело открытие П. Н. Лебедевым светового давления и Г. Н. Столетовым фотоэффекта. Изменившиеся представления о материи по-новому поставили вопрос о пространстве и времени. Прежние представления об абсолютном пространстве и абсолютном времени, о независимости их друг от друга и от тех или иных форм движения материи не могли уже вязаться с новыми данными о материи. Создание Эйнштейном теории относительности раскрывало иную природу пространства и времени, зависящих друг от друга, и от формы движения материи.

Так проходила революция в физике конца XIX — начала XX столетия. Человечество совершило крупнейший шаг в познании объективного мира и закономерностей его развития. Эти новые открытия, опровергшие метафизические представления о строении материи, можно было объяснить только с позиций диалектического материализма. Но в умах

многих естествоиспытателей еще царили традиционные физические представления; многие ученые не могли сделать необходимого шага вперед в отношении новых открытий науки и оказались в безвыходном методологическом тупике. Эти затруднения естествоиспытателей были использованы философским идеализмом в его борьбе против материализма. Образовались два резко разграниченные направления. Прогрессивные ученые, прочно стоявшие на позициях естествонаучного материализма, — Менделеев, Умов, Столетов, Лебедев, Томсон, Кюри и др., — отстаивали материализм в объяснении новых данных науки, разоблачали идеализм, в то время как другая незначительная часть физиков — Мах, Пуанкаре, Оствальд и др. — начали истолковывать новые открытия науки с идеалистических позиций. «Физических» идеалистов очень быстро использовали идеалисты в философии, а также реакционеры в политике. Поднялась мутная волна реакции, спекулировавшая на философской беспомощности естествоиспытателей. Всякого рода буржуазные философы и мистики заговорили об исчезновении материи, о банкротстве науки, об отказе от объективной реальности. На передний фронт буржуазной идеологии выдвинулись «новоявленные» философы — эмпириокритики, стремившиеся замаскировать реакционность своих взглядов утверждением, что их учение является «философией естественных наук XX в.», якобы поднявшейся как над материализмом, так и над идеализмом.

Перед прогрессивными деятелями науки того периода и материалистической философией встала важная задача: надо было спасти естествознание от растленного влияния реакционной идеологии, раскрыть сущность и причины создавшегося кризиса в физике. Задача усложнялась тем, что начавшийся кризис в физике и реакционный поход против науки не ограничился только одной областью знания, он начал захватывать в свою орбиту и другие отрасли естествознания.

Это особенно ярко можно проследить на примере биологии. В биологической науке как раз в это же время под флагом неодарвинизма возник ряд идеалистических течений, направленных по существу против основ дарвиновской материалистической теории развития. К этим течениям относятся

менделизм и вейсманизм, впоследствии объединившиеся на единой платформе признания неизменяемости и бессмертия гена, случайности в образовании нового вида, непознаваемости биологических процессов и другие идеалистические воззрения. Характерно, что «биологический» идеализм этого периода положил в основу своей теории махистскую субъективно-идеалистическую концепцию познания, о чем открыто заявлял родоначальник этого направления Вейсман и проповедник неовитализма Ганс Дриш. В физиологической науке, особенно в таком ее разделе, как высшая нервная деятельность, оживился «физиологический» идеализм, подновленный той же махистской теорией познания.

В этот решающий для судеб науки момент только гений В. И. Ленина оказался способным подняться на вершину ее достижений, правильно оценить величайший прогресс новых открытий, вскрыть причину создавшегося кризиса и определить пути дальнейшего развития естествознания. На многие десятилетия вперед предвидел Ленин прогресс научного познания. Он отдаст много сил изучению достижений науки, философскому осмысливанию ее великих открытий. По глубине и масштабам научных исследований, методу и стилю работы Ленин представляет собой замечательный образец неутомимого труженика науки. И когда читаешь, изучаешь и вдумываешься в ленинскую работу «Материализм и эмпириокритицизм», встает облик подлинного корифея науки, обладающего безграничной эрудицией и, самое главное, мастерски владеющего диалектикой, которая дает ему возможность видеть далекие перспективы научного прогресса. Нельзя читать «Материализм и эмпириокритицизм» без чувства глубокого восхищения тем гигантским трудом, который предшествовал и сопутствовал написанию этой книги. И вместе с тем понимаешь и убеждаешься в том, что никто другой, кроме В. И. Ленина, не смог оценить все значение, как для науки, так и для практики, великих открытий того периода. Никто, кроме В. И. Ленина, не мог вскрыть истинные причины образовавшегося кризиса и методологического тупика; никто не мог показать пути выхода из создавшегося положения в науке, так ярко и убедительно раскрыть перспективы и пути познания природы, дальнейшего научного прогресса; никто,

кроме В. И. Ленина, не смог разгромить махизм, паразитирующий в науке, обнажить его истинную субъективно-идеалистическую сущность, снять с него маску и показать, что «новая» философия Маха есть перелицованная старая философия Беркли, Юма и Канта.

Как революция в науке, так и кризис в естествознании того периода по-разному оценивались философами и естествоиспытателями. Те, кто непрочно стояли на материалистических позициях, шарахнулись в идеализм, заговорили о беспомощности науки, стали на путь отрицания ее значения. Даже в среде марксистов некоторые заговорили о необходимости пересмотра основных положений диалектического материализма в свете современных достижений естествознания.

И только В. И. Ленин дал правильную оценку происшедшим событиям в науке. Во-первых, он отбросил всякие разглагольствования об устарелости диалектического материализма. Последовательно рассмотрев одно открытие науки за другим, он убедительно доказал, что ни одно из них не только не противоречит диалектическому материализму, но, наоборот, его подтверждает. Во-вторых, В. И. Ленин говорит о революции в естествознании, о гигантском шаге, который наука делает вперед, о важных последствиях в познании и практическом применении открытий науки. Он горячо призывает тех, кто пытается удержаться на метафизических позициях, делая вид, что ничего не произошло, отказаться от метафизического материализма и стать на путь диалектического материализма.

В. И. Ленин открыто говорит о кризисе в науке, раскрывает его причины, показывая как классовую, так и гносеологическую основу идеалистических извращений. Говоря о том, что физика «рождает диалектический материализм», В. И. Ленин подчеркивает трудность этих родов и указывает, что наряду с животворным неизбежно появились мертворожденные остатки (махизм, эмпириосимволизм, позитивизм и др.), «подлежащие отправке в места для нечистот». В. И. Ленин говорит о болезненности этих родов, объясняя это с точки зрения гносеологии крутой ломкой понятий, трудностью познания, влиянием реакционной идеологии. С чувством большого оптимизма он убеждает читателей, что естествоиспытатели идут и придут к единственно правильному методу

познания — диалектическому материализму. Глубоко анализируя борьбу материализма с идеализмом в физике того периода, Ленин указывает, что «физический» идеализм есть «некоторое международное идейное течение, не зависящее от какой-нибудь одной философской системы, а вытекающее из некоторых общих причин, лежащих вне философии»¹. Для того чтобы сделать такой вывод, он анализирует состояние физики в Германии, Англии, России, Франции и показывает, что кризис вызван как социальными, так и теоретико-познавательными причинами.

Одна из причин кризиса в физике — математизация науки. Именно на этой основе возникла пресловутая теория «экономии мышления» и идеалистическая концепция исчезновения материи. Оценивая все прогрессивное значение математического метода в естествознании, дающего возможность формулировать законы природы в виде математических формул, В. И. Ленин одновременно с этим показывает, что математическая обработка фактов приводит некоторых физиков к забвению самих объектов природы, которые выражают эти формулы. В. И. Ленин указывает: «Материя исчезает», остаются одни уравнения. На новой стадии развития и, якобы, по-новому получается старая капиталистическая идея: разум предписывает законы природе»².

50 лет, прошедшие с того времени, как вышла книга «Материализм и эмпириокритицизм», выявили новые особенности в развитии науки. Эти особенности заключаются, во-первых, в том, что возник целый ряд новых самостоятельных наук на основе познания ранее не известных объектов и открытых закономерностей природы; во-вторых, происходит процесс сближения отдельных больших разделов естествознания. В пограничных областях, на стыке отраслей естествознания, создаются новые области науки: биофизика, биохимия, физическая химия, химическая физика, астрофизика и др. Становится возможным применение методов и средств исследования одной науки в другой. Возникшая новая область научного познания — кибернетика оказывает весьма прогрессивное влияние на развитие целого ряда других наук. В этих условиях встает по-новому вопрос о принципиальных, качественных особенно-

стях различных форм движения материи, о возможности и границах применения методов одной науки в исследовании процессов, относящихся к другой области.

Следует, однако, подчеркнуть, что в связи с этим проявляются две неправильные тенденции: с одной стороны, отрицается значение физики и химии для исследования биологических процессов; с другой стороны — нередко игнорируется специфика биологических, социологических и психических особенностей исследуемых объектов, утверждается возможность объяснения всех явлений лишь законами физики, химии или методами кибернетики.

Достаточно серьезно вдуматься в ленинскую критику математизации науки, чтобы стало ясно, что В. И. Ленин дал методологическую основу для правильного решения и этих сложных вопросов. В самом деле, возможность выражать в математической форме закономерности природы Ленин расценивает как большой прогресс в научном познании. Но одновременно он предупреждает, что нельзя игнорировать специфику объектов. Критикуя, например, социологию махистов, В. И. Ленин называет пустым занятием навешивание физических, энергетических, биологических ярлыков на общество и требует раскрытия объективных процессов и их научного объяснения. Это указание В. И. Ленина относится ко всем областям знания. Руководствуясь этим ленинским положением, можно и нужно применять для исследования биологических объектов новейшие методы физики и химии, используя созданные в этих отраслях знания тончайшие средства исследования, но следует учитывать специфику закономерностей развития органической природы. Можно и нужно широко применять математические методы, кибернетическую методiku, которые будут в значительной мере способствовать раскрытию биологических процессов, но при этом нельзя накладывать уже известные в той или иной области науки схемы на объекты других областей знания.

В. И. Ленин видел причину кризиса в науке и в том, что за математическими формулами игнорировался самый объект исследования, а математически выраженный закон в науке выдавался за свободное создание человеческого мышления, ничего якобы не отражающего в реальном мире. Отрицание

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 289.

² Там же, стр. 294.

объективного содержания законов науки в настоящее время — наиболее излюбленная форма субъективного идеализма, охватившего различные области естествознания. Отрицание принципа причинности и закономерности в объективных физических явлениях, низведение к случайности биологических явлений, отрицание законов общественного развития — эти буржуазные извращения науки широко распространены сейчас за рубежом. К борьбе со всеми этими реакционными течениями в теории зовет В. И. Ленин в своем великом творении. И этот призыв сохраняет свою актуальность в наши дни, в период углубления и обострения кризиса в науке капиталистических стран.

В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» творчески развил теорию познания диалектического материализма. Известно, что махизм, как и все современные реакционные философские течения, специализировался на теории познания. Объявив поход против науки, отрицая достоверность человеческих знаний, махисты под разными словесными ухищрениями проповедовали субъективный идеализм. В «Материализме и эмпириокритицизме» мы находим всестороннее обоснование теории отражения, дальнейшее развитие марксистского учения о соотношении объективной, абсолютной и относительной истин. Ленин глубоко проанализировал основные ступени познания, роль ощущений и абстрактного мышления в процессе познания, вскрыл значение практики, как основы познания, как критерия истинности научных знаний.

Ленинская разработка основных исходных положений теории познания диалектического материализма имеет исключительное значение для всех отраслей науки. В. И. Ленин в связи с этим раскрывает вторую причину кризиса в естествознании того периода. Он указывает, что этой причиной является релятивизм, отрицание абсолютной истины в познании.

«Другая причина, породившая «физический» идеализм, это — принцип *релятивизма*, относительности нашего знания, принцип, который с особенной силой навязывается физикам в период крутой ломки старых теорий и который — *при незнании диалектики* — неминуемо ведет к идеализму.

Этот вопрос о соотношении релятивизма и диалектики едва ли не самый важный в

объяснении теоретических злоключений махизма»¹.

Отрицание объективной истины, признание только относительности научных знаний — наиболее изощренная форма протаскивания идеализма в науку. Релятивизм всегда связан с извращением понимания диалектического процесса познания. Каждый раз, когда в той или иной области знаний наступает крутая ломка сложившихся представлений, когда новые открытия не укладываются в господствующие теории, на арену выступает релятивизм. Процесс познания, переход от незнания к знанию, от менее полного знания к более полному всегда связан с необходимостью дополнения и даже пересмотра существующих теорий. Без этого нет познания как процесса. Каждая ступень познания, составляющая объективную истину, содержит в себе как элементы абсолютной, так и относительной истины. Новые открытия, какими бы великими они ни были, не отбрасывают и не опровергают того, что в прошлых знаниях было абсолютным. И наоборот, эти открытия, во-первых, опровергают то, что догматизировалось под видом истины в последней инстанции; во-вторых, углубляют наши знания, приближая их к абсолютным знаниям. Любая ступень человеческого познания одновременно и абсолютна и относительна.

Релятивизм, игнорируя это важнейшее положение диалектики, отрицая абсолютную истину, не останавливается, однако, на этом, перерастает в агностицизм и, в конечном счете, в субъективный идеализм.

В. И. Ленин, разоблачая релятивизм, перерастающий в субъективизм, указывает, что «физические» идеалисты, отрицая объективность научных теорий, смыкаются с религией. Борьбу науки за объективную истину он отождествляет с борьбой за право существования науки вообще.

Разоблачение В. И. Лениным релятивизма, как одной из причин кризиса в физике того периода, имеет огромное значение для всех областей знания и в наше время. Ни стихийные материалисты, ни тем более метафизики не в состоянии правильно понять соотношение объективной, относительной и абсолютной истин. В силу этой причины и в наши дни за рубежом каждый раз при кру-

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 295.

той ломке понятий, вызванной новыми открытиями в различных областях науки, возникают тупики. Философской беспомощностью многих видных естествоиспытателей пользуются идеологи империализма. И сейчас за рубежом раздаются вопли о «крахе материализма», об «исчезновении материи», о необходимой замене понятия материи энергией. Вопреки действительности, научным фактам, многие представления физической науки объявляются химерой. Вспомним, что В. И. Ленин по такому же поводу писал: «Материя исчезает» — это значит исчезает тот предел, до которого мы знали материю до сих пор, наше знание идет глубже; исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными (непроницаемость, инерция, масса и т. п.) и которые теперь обнаруживаются, как относительные, присущие только некоторым состояниям материи»¹. И далее В. И. Ленин подчеркивает, что сущность вещей или субстанция также относительны, что они выражают только углубление человеческого познания объектов, прогресс которого с каждым днем идет все дальше и дальше.

В. И. Ленин гениально предвидел, что физика в своем дальнейшем развитии не ограничится электроном. Электрон, писал он, так же неисчерпаем, как и атом. Это научное предвидение блестяще оправдалось в настоящее время.

Помимо электрона сейчас открыто более 20 элементарных частиц, установлена их взаимопревращаемость, например, позитрона и электрона в фотоны (кванты света), обнаружены колоссальные запасы энергии атомного ядра, открыты античастицы. Пока еще экспериментальный материал в области исследования элементарных частиц и их свойств не укладывается в существующую теорию, т. е. теоретические обобщения не справляются с теми огромными фактическими данными, которые дает эксперимент.

Эти открытия вновь создали трудности в теоретическом обобщении вскрытых закономерностей природы. Трудности эти не преодолены и до настоящего времени, не существует единой интерпретации квантовой механики. До сих пор не удалось объяснить

теоретически спектр масс элементарных частиц. Не получили никакого истолкования большие безразмерные числа, выражающие отношения между константами сильного, слабого, электромагнитного и гравитационного взаимодействия. Нерешенным остается вопрос о пространственной структуре элементарных частиц, в частности, представление о конечных их размерах до сих пор не удалось согласовать с требованиями теории относительности.

На трудностях роста физики паразитирует идеализм, действующий под различными вывесками — позитивизм, неоматериализм, физикализм, неотомизм, операционализм, инструментализм. Эти и многие другие появившиеся за последние годы философские системы в сущности бессильны в своих толкованиях законов природы и поэтому все свои стремления направляют к одной цели — сбить с пути истинную науку. Так, например, факт взаимопревращения элементарных частиц идеалисты пытаются истолковать как уничтожение материи, воскрешая тем самым под новой терминологией разоблаченную В. И. Лениным теорию об исчезновении материи. Между тем, само по себе это явление представляет собой превращение одних физических видов материи в другие.

Известно, что идеалисты ведут атаку на закон сохранения энергии; открытый наукой факт, что при радиоактивном β -распаде часть энергии как бы пропадает, они истолковывали как исчезновение энергии. Эти тенденциозные домыслы опровергнуты дальнейшими исследованиями. Открытие нейтрино лишило аргументации сторонников идеалистической концепции исчезновения энергии, подтвердив всеобщность закона сохранения энергии.

На свой лад идеалисты перетолковывают также известный факт превращения частиц в кванты света, явление дефекта массы как переход материи в энергию. На этой основе вновь раздаются утверждения, что якобы энергия — более широкое понятие, чем материя, и потому должно занять его место.

Идеалистические тенденции проявляются и в других областях знания. Так, например, в последнее время усиленно раздувается теория «расширяющейся Вселенной». В качестве аргумента привлекается установлен-

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 247.

ный в астрономии факт красного смещения спектральных линий в системе галактик, свидетельствующий о том, что наблюдаемые галактики удаляются с большой скоростью. Но это явление не дает основания делать вывод о всей Вселенной. Тем не менее, только на этом факте строятся гипотезы об особом состоянии сверхвысокой плотности материи, о «первоатоме», состоявшем якобы из одних нейтронов, из которого и произошла вся материя, о начале Вселенной и, наконец, идея о начале и конце мира. Логически все эти искусственные построения приводят к идее о сотворении мира богом.

Чрезвычайно распространены идеалистические концепции в такой науке, как биология. Здесь, как и в физике, идеалисты тенденциозно трактуют новейшие открытия, приводящие к ломке старых понятий, а также те стороны в науке, которые еще недостаточно выяснены. В борьбе с этими опасными для прогресса человеческого знания извращениями нам помогает великий труд «Материализм и эмпириокритицизм».

В. И. Ленин дал блестящий образец борьбы с реакцией в науке. Неустанно призывая «вести свою линию и бороться со *всею* линией враждебных нам сил и классов»¹, он вместе с тем учил, что задача марксистов — суметь усвоить и переработать те действительные завоевания науки, которые содержатся в трудах буржуазных ученых. Это указание имеет исключительно важное значение при оценке положения науки в капиталистических странах в настоящее время.*

Следует отметить, что в этом отношении одно время у нас допускались две крайности. Часть философов и естествоиспытателей на том основании, что из открытий современной науки делались идеалистические выводы, встала на путь отрицания научной ценности величайших достижений современности — теории относительности, квантовой механики, а также новых данных в области генетики. Была объявлена лженаукой и кибернетика, вооружающая человечество новыми средствами разрешения сложнейших задач в различных областях науки и техники. Современная наука в капиталистических странах объявлялась в целом реакционной и утверждалось, что в ней якобы нет ничего

ценного. Такой подход наносит огромный вред, так как он мешает использованию достижений науки капиталистических стран, сводит на нет творчество прогрессивных ученых, вносящих свой большой вклад в общечеловеческий прогресс.

Известно, что теория относительности Эйнштейна — величайшее достижение современной науки, на это указывал В. И. Ленин в своем произведении «Материализм и эмпириокритицизм». Эта теория нашла свое применение не только в науке, но и на практике, при использовании внутриядерных процессов. Теория относительности не только не противоречит диалектическому материализму, а подтверждает его, убедительно доказывает взаимосвязь пространства, времени, материи и ее движения.

Важнейшая задача, как указывает В. И. Ленин, заключается в том, чтобы использовать ценные достижения буржуазных ученых, отсекая все реакционное, не имеющее отношения к подлинной науке. Это, конечно, не снимает задачи действительной борьбы с идеалистическими воззрениями, утверждениями, что идеализм в науке не мешает ее развитию и поэтому борьба с ним не обязательна. Продолжая эту явно порочную линию, некоторые становятся на позицию позитивизма, считая, что вообще философия, в том числе и диалектический материализм, не имеет значения и не оказывает влияния на успехи научного исследования. Нетрудно видеть, к чему ведет такая позиция.

В. И. Ленин учит, что философские взгляды ученых имеют как гносеологические, так и классовые корни. В науке нет нейтралитета, может быть либо материалистическая, либо идеалистическая линия, третьей линии нет и быть не может. Полны глубокого смысла и великого поучительного значения следующие слова книги «Материализм и эмпириокритицизм»:

«В течение всего предыдущего изложения, — пишет В. И. Ленин, — на каждом из затронутых нами вопросов гносеологии, на каждом философском вопросе, поставленном новой физикой, мы прослеживали борьбу *материализма и идеализма*. За кучей новых терминологических ухищрений, за сором геллертской схоластики всегда, без исключения, мы находим *две* основные линии, два основных

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 328.

направления в решении философских вопросов»¹.

Тех, кто считает, что философия не мешает и не помогает в научных исследованиях, что можно игнорировать философские проблемы естествознания, заняв позицию нейтралитета; тех, кто фальшиво утверждает, что они возвышаются над идеализмом и материализмом, В. И. Ленин гневно бичует, указывая, что их попытки выскочить из этих двух коренных направлений философии не содержат в себе ничего, кроме «примиренческого шарлатанства».

* * *

Прошло 50 лет со дня выхода «Материализма и эмпириокритицизма», но и по сей день этот глубочайший научный труд служит руководящей основой в борьбе прогрессивного человечества с реакцией, с темными силами, стремящимися гасить свет подлинной науки, о развитии которой В. И. Ленин заботился до конца своей жизни.

В. И. Ленин никогда не ослаблял своего внимания к философским основам науки, глубоко сознавая, какое огромное плодотворное значение имеет диалектический материализм для прогресса человеческого знания. Неустанно призывал он соблюдать и применять принцип партийности в науке, бдительно охранять ее от растленного влияния буржуазной идеологии. В тесном союзе естествоиспытателей и философов Ленин видел прочную основу развития философии и естествознания, залог успешной борьбы с реакцией, идеализмом и метафизикой.

В. И. Ленин учит, что без освоения всех знаний нельзя построить новое общество —

коммунизм. Коммунистическая партия Советского Союза восприняла эти указания своего вождя, учителя и настойчиво претворяет их в жизнь. XXI съезд КПСС, наметивший программу развернутого коммунистического строительства в нашей стране, исключительное внимание уделил развитию науки. В докладе Н. С. Хрущева, в решениях съезда дана высокая оценка достижениям советской науки, проникшей в тайны атома, создавшей искусственные спутники Земли и искусственную планету солнечной системы, науки, занявшей по многим отраслям знания первое место в мире. Своими успехами советские ученые обязаны тому, что их исследования зиждятся на гранитном фундаменте единственно правильного, последовательного мировоззрения, — философии диалектического материализма.

Съезд дал программу дальнейшего мощного прогресса науки в нашей стране и указал ведущие проблемы и области знания, которые нужно интенсивно развивать в ближайшее семилетие. Партия, руководствуясь ленинским указанием о значении науки и технического прогресса в строительстве коммунистического общества, обеспечивает наиболее благоприятные условия для расцвета всех областей естествознания.

Ленинское философское наследство — непоколебимая теоретическая основа развития всей современной науки. Ленинский стиль и метод научного исследования, ленинский принцип партийности, ленинская непримиримость к буржуазной идеологии, к отступлениям от материализма, ко всем разновидностям ревизионизма служат верным, никогда не меркнущим маяком для исследователя-материалиста, для каждого новатора, прокладывающего новые пути в науке.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 321.



ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ УЧЕНЫЙ, ПЛАМЕННЫЙ РЕВОЛЮЦИОНЕР

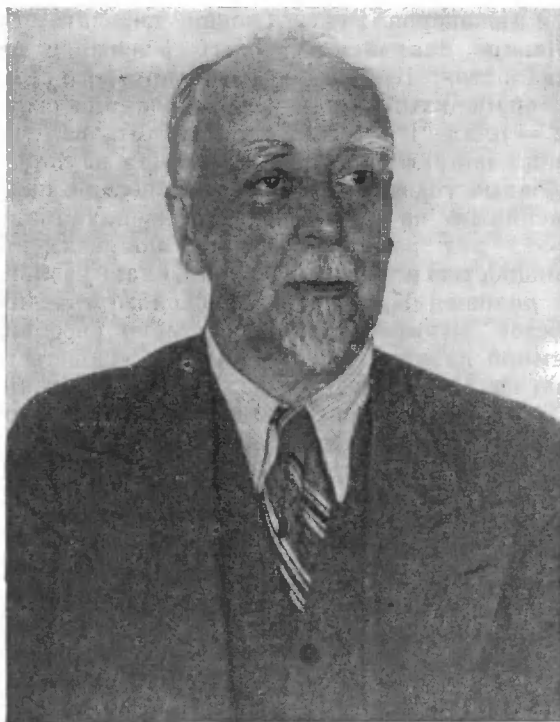
К КОНЧИНЕ АКАДЕМИКА Г. М. КРЖИЖАНОВСКОГО



31 марта 1959 г. окончил свой жизненный путь старейший деятель революционного движения, друг и соратник великого Ленина, крупнейший ученый-энергетик, академик Глеб Максимилианович Кржижановский. Вся жизнь этого пламенного революционера, энтузиаста социалистического и коммунистического строительства, глубокого ученого и поэта была до конца и без остатка отдана беззаветному служению своему народу, Родине, коммунизму.

Г. М. Кржижановский родился 24 января 1872 г. в Самаре (ныне г. Куйбышев). Окончив в 1899 г. с отличием Самарское реальное училище, он в том же году поступает на химическое отделение Петербургского технологического института, который заканчивает также с отличием в 1894 г., получив специальность химика-технолога.

Еще студентом, в 1891 г., Г. М. Кржижановский вступает в марксистский кружок, а в 1893 г. участвует в подготовке организа-



ции «Союза борьбы за освобождение рабочего класса», созданной Лениным. С этого времени Глеб Максимилианович всегда связывает свою жизнь с партией рабочего класса, пройдя тернистый путь революционера-подпольщика в годы царизма, путь страстного борца за победу Октябрьской революции, неутомимого труженика и боевого руководителя многочисленных фронтов науки, культуры, социалистического планирования и строительства.

Свою научную деятельность Г. М. Кржижановский начал еще в дореволю-

ционное время, сочетая ее с кипучей революционной работой. Проникшись идеями Ленина, находясь в тесном общении с ним, Кржижановский упорно трудится над углублением своих знаний, в особенности по энергетике. Уже в те годы он публикует исследование в области строительства районных электростанций на местном топливе и их объединения высоковольтными сетями, выступает одним

из инициаторов создания первой в России электроцентрали на торфе (ныне станция им. Р. Э. Классона). Однако в условиях старой России передовые идеи технической мысли не находили применения.

Победа Великой Октябрьской революции и установление Советской власти открыли широкий простор для развития науки в нашей стране, дали возможность осуществить большие планы реорганизации народного хозяйства на основе новейшей техники, на базе электрификации. И в числе первых, кого партия, Ленин призывали к выполнению грандиозных задач социалистического строительства, был Г. М. Кржижановский.

В 1920 г. он становится во главе Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО), объединив вокруг нее большую группу ученых и инженеров. Руководствуясь указаниями Ленина, опираясь на коллективный труд специалистов, Кржижановский разрабатывает знаменитый план электрификации страны — план ГОЭЛРО, в который вкладывает свои обширные познания энергетики и выношенные годами идеи электрификации. Рассчитанный на строительство в течение 10—15 лет районных электростанций, общей мощностью в 1,5 млн. *квт.*, план ГОЭЛРО был доложен Кржижановским VIII съезду Советов. Ленин назвал этот план второй программой партии. План ГОЭЛРО вошел в историю как превосходное претворение в жизнь глубоко научных идей, как первый план великого преобразования страны. Во многом этому содействовало то, что во главе осуществлявших план ГОЭЛРО находился Г. М. Кржижановский, замечательный ученый-энергетик, составивший в себе отличные качества теоретика и практика советской электрификации и социалистического планирования.

Для всей творческой деятельности Г. М. Кржижановского характерны глубокий подход к научным и народнохозяйственным проблемам, умение дать исчерпывающий анализ сложных явлений, привлечь к работе разнообразные слои ученых и интеллигенции. И в Госплане, где под его руководством разрабатывался проект первого пятилетнего плана, и в Академии наук СССР,

где на посту вице-президента он спланировал ученых, последовательно направляя деятельность Академии в сторону актуальных нужд социалистического строительства, и во Всесоюзном комитете по высшему техническому образованию, и в созданном и бесценно возглавлявшемся им Энергетическом институте Академии наук СССР, — всюду Г. М. Кржижановский оставался верным сыном партии, страстным революционером-ученым. С величайшим энтузиазмом встретил Кржижановский XXI съезд партии и выработанный съездом семилетний план.

Прекрасными чертами Глеба Максимилиановича — одного из лучших представителей старой большевистской гвардии — были его неразрывная связь с народом, с трудящимися массами, любовь к молодежи, стремление передать ей накопленные знания, опыт. Ученый с мировым именем, научные труды которого стоят в ряду первоклассных исследований в области энергетики, Кржижановский отдавал много сил и энергии популяризации науки, разъяснению задач Коммунистической партии и Советского правительства, опубликовав десятки книг и сотни статей по различным вопросам электрификации, планирования, техники. Работы Кржижановского о Ленине, о его друге и учителе, воссоздают бессмертный образ великого основателя нашего государства. ! !

Кржижановский был крупнейшим партийным и государственным деятелем, завоевавшим своим самоотверженным трудом всеобщую любовь партии и народа. Съезды Коммунистической партии многократно избирали его членом Центрального комитета партии; он избирался членом ВЦИК и ЦИК СССР, депутатом Верховного Совета СССР. За выдающиеся заслуги перед Родиной Г. М. Кржижановский был награжден пятью орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и медалями. В 1957 г. ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда.

Ученые, инженеры, техники, десятки тысяч читателей нашего журнала навсегда сохраняют в своих сердцах обаятельный образ Глеба Максимилиановича Кржижановского.



ЦВЕТНОЕ ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

М. М. Бонгард, М. С. Смирнов

Институт биологической физики Академии наук СССР (Москва)



Общезвестно, что зрение человека «трехцветное», т. е. человек воспринимает любой цвет как комбинацию трех «основных» цветов. Это означает следующее: можно подобрать такую смесь трех «основных» цветов, что человеческий глаз не способен отличить эту смесь от заданного цвета.

Восприятие света глазом происходит при посредстве палочек и колбочек сетчатки. Цветное зрение осуществляется в основном при помощи колбочек. Механизм работы находящихся в них рецепторов (приемников) света полностью еще не известен, но многие свойства этих приемников мы уже знаем. Наличие цветного зрения доказывает, например, что в колбочках сетчатки человека находятся приемники нескольких типов, с разными спектральными чувствительностями¹. В связи с этим возникает ряд вопросов: сколько типов приемников есть у человека или животного, каковы спектральные чувствительности этих приемников, как они расположены в сетчатке и каким образом сигналы от приемников передаются в мозг. Настоящая статья посвящена некоторым работам, направленным на выяснение этих вопросов.

Спектральная чувствительность прием-

ников глаза. Проще всего вопрос о спектральной чувствительности решается для животного, обладающего всего одним приемником, например морской свинки. В этом случае два излучения с произвольными относительными спектральными составами можно сделать неразличимыми для этого животного при помощи соответствующего подбора мощностей.

Выберем монохроматическое излучение с длиной волны λ_0 в качестве «основного» и все остальные излучения будем сравнивать с ним. Пусть E_λ — излучение единичной мощности с длиной волны λ и aE_{λ_0} — «основное» излучение мощности a . Допустим, что излучения E_λ и aE_{λ_0} в опыте оказались неотличимы одно от другого для исследуемого глаза¹, что мы обозначим для краткости как $E_\lambda \cong aE_{\lambda_0}$. Из этого, очевидно, следует, что чувствительность глаза к свету с длиной волны λ в a раз больше, чем к свету с длиной волны λ_0 . Поэтому, если для каждой длины волны λ экспериментально пайти такую мощность «основного» излучения $a(\lambda)$, что $E_\lambda \cong a(\lambda)E_{\lambda_0}$, то этим задача будет решена, так как функция $a(\lambda)$ пропорциональна искомой спектральной чувствительности единственного приемника исследуемого глаза.

Сложнее обстоит дело в случае, если животное обладает более чем одним приемником. Допустим, мы имеем дело с животным

¹ Совершенно аналогично положение в фотографии: для получения цветного фото необходима пленка, имеющая несколько слоев с разной спектральной чувствительностью. На пленке, содержащей только один слой, можно получить лишь одноцветную фотографию.

¹ Способ, которым можно определить, отличимы ли друг от друга два излучения для глаза животного, будет описан ниже.

глаз которого содержит приемники с двумя различными спектральными чувствительностями (например, черепаха). В этом случае уже нельзя одним лишь подбором мощностей сделать неразличимыми два излучения разного спектрального состава. Действительно, если соотношение мощностей двух излучений таково, что они одинаково возбуждают первый приемник, то во втором приемнике они вызовут разные возбуждения. Если же уравнивать возбуждения второго приемника, то возникает различие в первом. Поэтому такое животное различает излучения разного спектрального состава при любых соотношениях мощностей, а это и значит, что оно обладает цветным зрением.

Однако если воспользоваться двумя основными излучениями A_1 и A_2 , то для любой длины волны λ можно найти такие $a_1(\lambda)$ и $a_2(\lambda)$, что $a_1(\lambda)A_1 + a_2(\lambda)A_2 \cong E_\lambda$ ¹.

Опыты по подбору визуально неразличимых смесей излучений называются колориметрическими. Функции $a_1(\lambda)$ и $a_2(\lambda)$ называются кривыми сложения спектральных цветов для данного животного, или просто кривыми сложения. Они уже не являются непосредственно кривыми чувствительности приемников глаза, но представляют собой их линейные комбинации.

При наличии у животного n приемников, в опыте придется применять n основ-

ных излучений и будет получено n кривых сложения. Следовательно, колориметрические опыты сразу дают ответ на вопросы: есть ли у животного цветное зрение, и если есть, то сколькими приемниками оно осуществляется. Именно таким образом и было установлено, что центральная часть сетчатки человека содержит три приемника (Максвелл, Гельмгольц).

Значительно сложнее найти спектральную чувствительность приемников. Для человека эта задача была решена при помощи изучения зрения так называемых дихроматов — людей, у которых в центре сетчатки функционируют только два приемника, а не три, как обычно (таких людей иногда называют «далтониками»). Сопоставление их зрения с нормальным цветным зрением — зрением трихроматов (людей, имеющих три приемника) — дает возможность найти кривые чувствительности приемников. Наиболее точные кривые получены этим способом Е. Н. Юстовой по методу Н. Д. Ньюберга.

Другой возможный подход заключается в следующем: не любые математически равноправные линейные комбинации кривых сложения имеют равноправие с точки зрения физики. Например, очень мало вероятно существование приемников с отрицательной чувствительностью в некоторых частях спектра. Это сразу резко сужает класс линейных комбинаций кривых сложения, которые могут быть кривыми чувствительности. Дальнейшего уменьшения произвола можно достигнуть, если предположить, что не может существовать на значительном участке спектра линейная зависимость между спектральной чувствительностью нескольких приемников. Эти соображения дают возможность в довольно широком классе случаев приблизительно определить спектральную чувствительность приемников глаза. На рис. 1 приведены кривые чувствительности приемников человека, найденные как этим методом, так и из опытов с дихроматами. Удовлетворительное совпадение результатов, полученных совершенно разными способами, говорит о том, что в настоящее время мы уже довольно точно знаем спектральную чувствительность приемников человека.

Дихроматы среди людей встречаются довольно редко. Подобные случаи для животных пока вообще неизвестны. Поэтому при-

¹ При этом $a(\lambda)$ может быть отрицательным. Запись $a_1(\lambda)A_1 - a_2(\lambda)A_2 \cong E_\lambda$ считается эквивалентной записи $a_1(\lambda)A_1 \cong E_\lambda + a_2(\lambda)A_2$. Заметим, кроме того, что A_1 и A_2 должны быть выбраны так, чтобы $A_1 \neq kA_2$ ни при каком k .

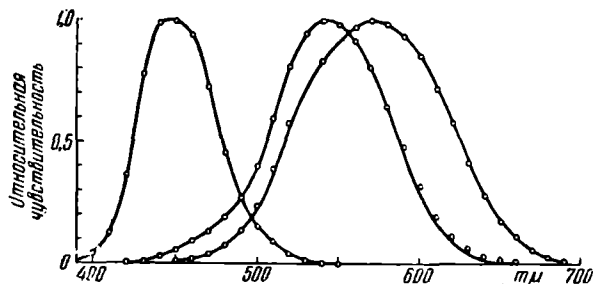


Рис. 1. Кривые спектральной чувствительности «дневных» приемников человека. Сплошные линии получены расчетом на основании опытов с трихроматами; кружки — результат опытов с дихроматами

менить при работе с животными способ, аналогичный изучению людей-дихроматов, по-видимому, невозможно. Второй же метод вполне применим для приближенного нахождения спектральной чувствительности приемников глаза животных.

Расположение приемников в сетчатке человека. Итак, центральная часть сетчатки человека содержит три приемника, спектральная чувствительность которых изображается разными кривыми. Возникает вопрос: как эти приемники расположены в колбочках сетчатки? Возможны два случая: или есть три типа колбочек, или же каждая колбочка содержит все три приемника. Схематически эти два случая представлены на вклейке I. Различные приемники условно изображены красным, зеленым и синим цветом, в соответствии с теми частями спектра, к которым они преимущественно чувствительны. Сразу видно, что случаи, изображенные на вклейке I,а и I,б, резко отличаются числом (и соответственно плотностью расположения) приемников каждого типа в сетчатке. Если каждая колбочка содержит все три приемника, число приемников каждого типа в сетчатке будет в три раза больше, чем если бы каждая колбочка содержала только один какой-нибудь приемник. Поэтому число мелких цветных деталей, которое можно различить на данной площади, будет для одной структуры сетчатки больше, чем для другой (информация, которую может дать сетчатка в случае I,а больше, чем в случае I,б).

Допустим, наблюдатель смотрит на множество красных точек, расположенных правильными рядами на черном фоне (вклейка II). Тогда распределение «возбуждений» в сетчатках обоих типов при рассматривании этого объекта будет таким, как указано на вклейке III.

Сетчатка, содержащая «красный» приемник в каждой колбочке, дает возможность определить направление рядов точек на объекте (вклейка III,а). Сетчатка, в которой лишь одна треть колбочек содержит красный приемник, дает для этого слишком мало информации (вклейка III,б). Глядя на распределение в ней «возбуждений», нельзя определить, как расположены ряды объекта. Предположим, наблюдатель рассматривает объект II с такого расстояния, что на изображение каждой красной точки объекта

приходится такое же количество колбочек сетчатки, как это иллюстрируется масштабами вклеек III и II. Если сетчатка наблюдателя устроена по типу вклейки I,б, то он не сможет в этих условиях определить направление рядов объекта. Наблюдатель, который сможет при таком соотношении расстояний определить направление рядов, заведомо обладает сетчаткой типа вклейки I,а.

Очевидно, что всевозможные помехи (погрешности оптики, мутность глазных сред и т. п.) могут только уменьшить количество информации. Поэтому, если наблюдатель, несмотря на помехи, способен правильно определять направление рядов, значит он тем более не может обладать сетчаткой типа I,б. Таким образом, в случае положительного исхода опыта мы можем судить о типе сетчатки, независимо от возможных помех.

В описываемых опытах объектом наблюдения служила тонкая алюминиевая пластинка, в которой были пробиты ряды одинаковых дырок. Пластинка освещалась сзади через светофильтр. Светофильтр пропускал свет с длиной волны $\lambda \geq 660$ мμ, который возбуждает практически только красный приемник (см. рис. 1). Изменяя удаление объекта от наблюдателя, можно изменять расстояние между центрами изображений отверстий на его сетчатке.

Оказалось, что люди с хорошей остротой зрения могут правильно определять направление рядов при таком соотношении размеров изображения решетки и расстояний между центрами соседних колбочек, как на вклейке III и II. Это возможно только при наличии у наблюдателей сетчатки типа I,а.

Отсюда следует, что каждая колбочка сетчатки человека содержит все три приемника.

Каким образом передаются сигналы о возбуждении каждого из трех приемников в мозг? По одному и тому же или по разным нервным волокнам? Мы не обладаем в настоящее время методами, которые позволили бы изучать явления в зрительном нерве человека. Поэтому нам придется обратиться к опытам на животных.

Приемники сетчатки глаз животных. Для того чтобы изучать передачу зрительных сигналов в мозг животного, нужно прежде всего знать, сколько приемников содержит сетчатка его глаза и каковы их кривые

спектральной чувствительности. Для человека обе эти задачи решены при помощи колориметрических опытов. Естественно было и для животных применить колориметрический метод. Но как узнать, различает ли глаз животного данные два излучения одно от другого? Ответ на этот вопрос дает наблюдение электрических процессов в зрительном нерве. Известно, что когда по нерву проходит волна возбуждения, она обязательно сопровождается электрическим импульсом. Поэтому, подключив электроды к зрительному нерву животного и наблюдая при помощи усилителя и осциллографа импульсы, мы можем определить, проходит в данный момент сигнал по нерву в мозг или нет.

У многих холоднокровных животных можно выделить глаз вместе со зрительным нервом, и такой препарат сохраняет работоспособность в течение многих часов, а иногда и суток. У теплокровных животных выделенный препарат живет очень недолго, и приходится «подключаться» к зрительному нерву целого животного.

На вклейке IV представлена схема колориметрического опыта на животном. Глаз животного поочередно освещается то монохроматическим светом, то смесью нескольких основных излучений. Переключение света достигается поворотом подвижного поляроида.

Входные щели колориметра покрыты поляроидами, ориентированными в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Поэтому при повороте подвижного поляроида свет проходит то через одни, то через другие щели. Одна щель — узкая — пропускает монохроматический свет, а остальные — широкие — излучения, являющиеся в опытах основными. Количество основных излучений можно регулировать при помощи специальных заслонок. Относительные мощности излучений, попадающих на глаз, измеряются фотоэлементом с известной кривой спектральной чувствительности (на схеме не показан).

На вклейке V приведены осциллограммы, снятые со зрительного нерва лягушки. Под каждой осциллограммой показано, каким светом в данный момент освещается сетчатка. На вклейке (V, а и V, б) видно, что сигнал в нерве лягушки возникает преимущественно при смене освещений. Пока действует свет постоянной силы, сигнала нет или он очень

мал. При изменении же яркости света даже на 8% (вклейка V, б) появляется заметный сигнал.

При смене красного света на зеленый, и наоборот, по зрительному нерву лягушки проходит сигнал (вклейка V, в). При этом никаким подбором отношения мощностей красного и зеленого излучений нельзя добиться отсутствия сигнала в моменты смены излучений. Это значит, что лягушка имеет цветное зрение и ее глаз содержит более чем один приемник. Если же заменять зеленый монохроматический свет на смесь двух основных — красного и синего, то удастся подобрать эту смесь так, что сигнала при смене нет (вклейка V, г).

При помощи двух основных излучений удастся подобрать смесь, не отличимую от любого монохроматического излучения. Из этого следует, что сетчатка лягушки содержит два приемника с различными спектральными чувствительностями.

После подбора смеси основных излучений, не отличимой для глаза животного от какого-нибудь монохроматического света, при помощи фотоэлемента производится измерение мощности каждого излучения. Эти данные позволяют построить кривые спектральной чувствительности приемников глаза. На рис. 2 и 3 даны полученные таким способом кривые для лягушки и черепахи. Черепаха тоже обладает двумя приемниками, но они имеют не такую спектральную чувствительность, как приемники лягушки.

Приведенные на рис. 2 и 3 кривые позволяют полностью решить вопрос, какие излучения от каких не может отличить лягушка или черепаха. Для каждого животного неразличимы те излучения, которые оди-

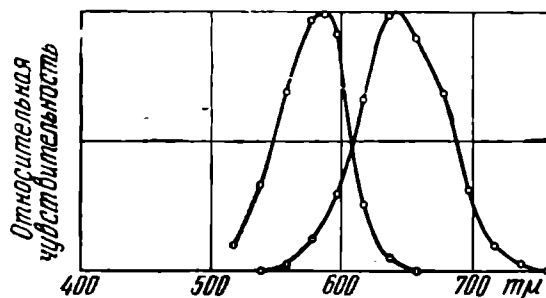
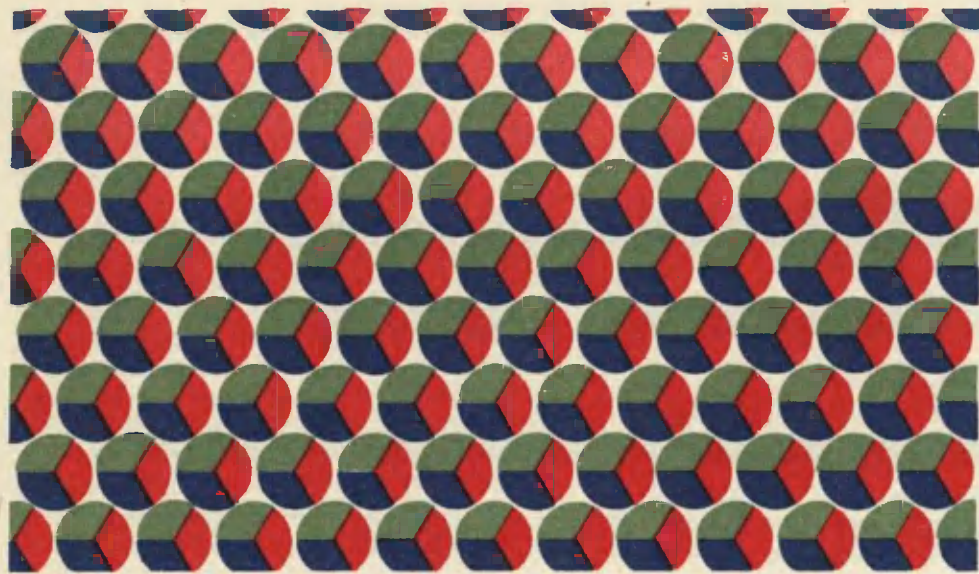


Рис. 2. Кривые спектральной чувствительности приемников глаза лягушки

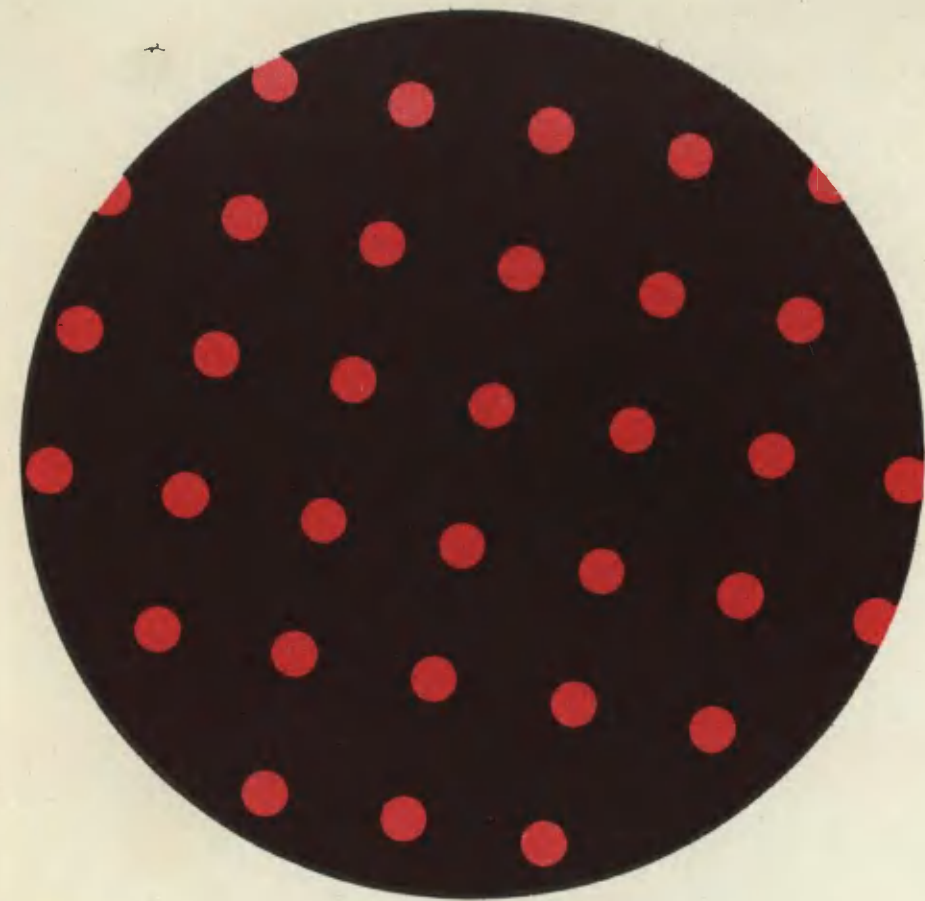


a

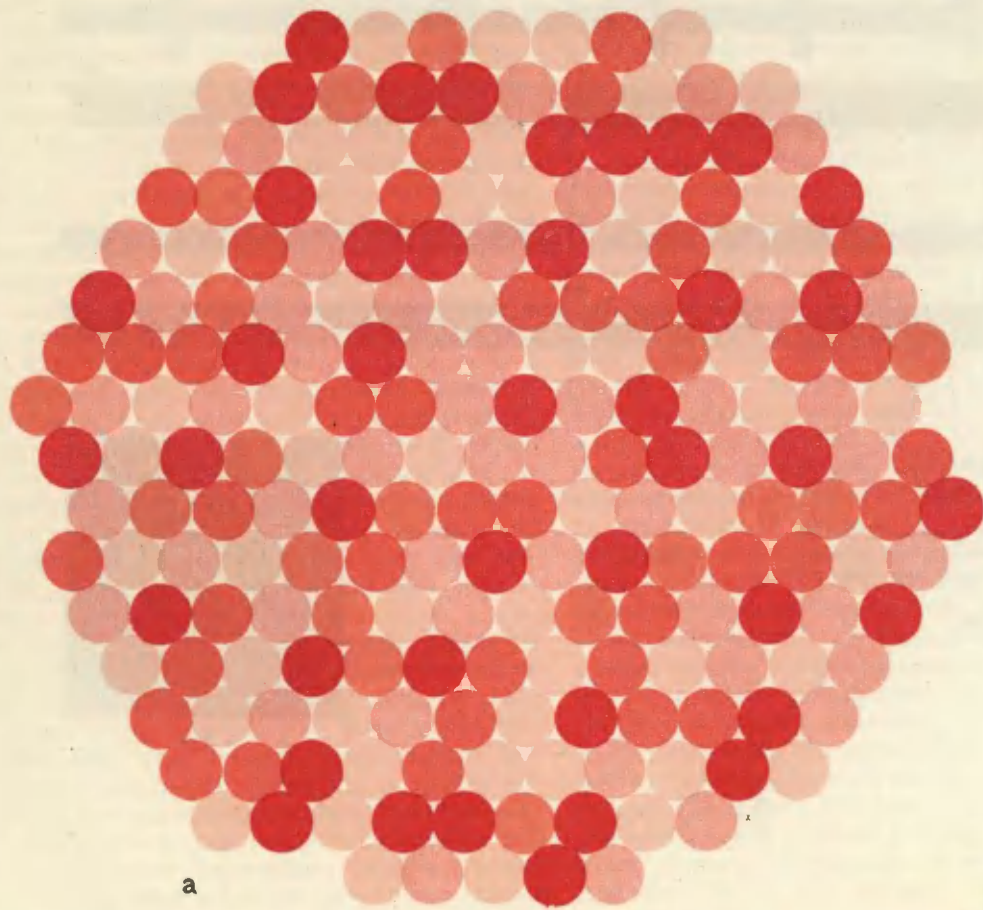
I



б

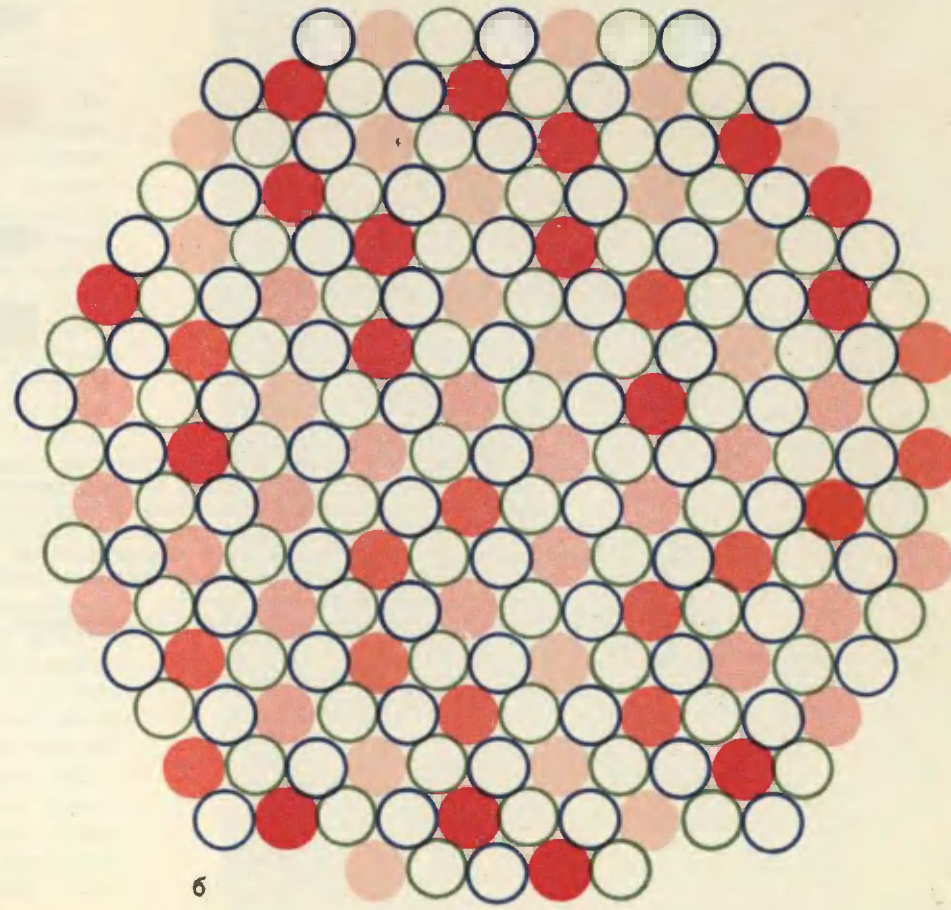


II



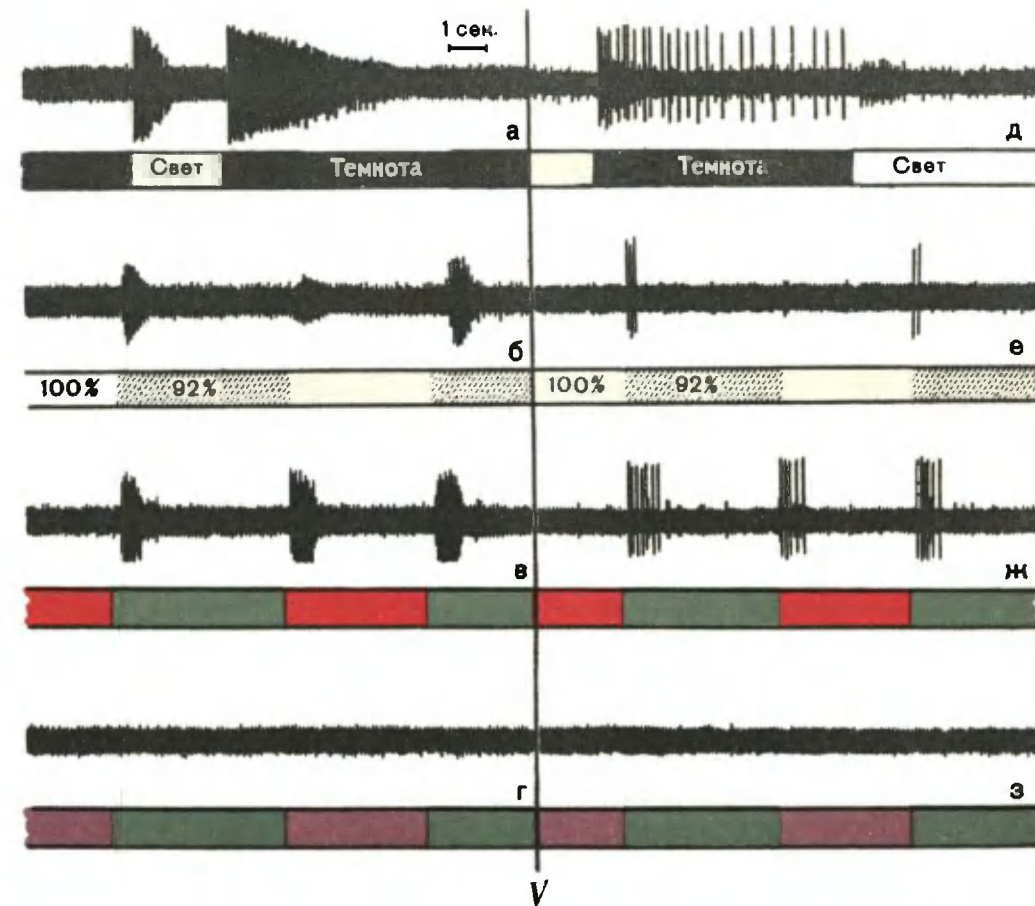
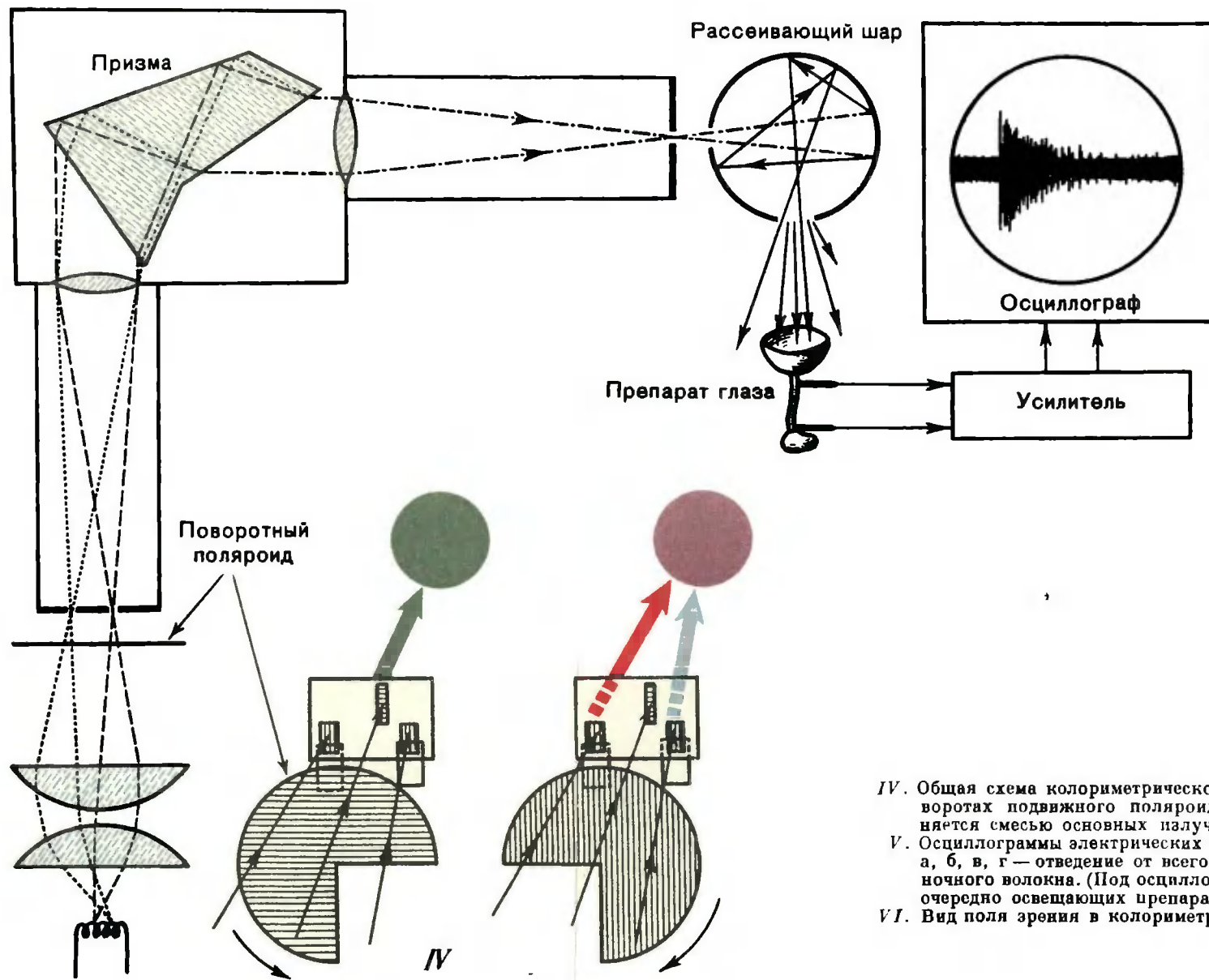
a

III



б

- I. Схематическое изображение двух возможных вариантов расположения приемников в колбочках сетчатки глаза человека. а — каждая колбочка содержит все три типа приемников; б — каждая колбочка содержит только один из трех типов приемников
- II. Объект, на который смотрит наблюдатель в опыте по изучению разрешающей силы глаза
- III. Распределение «возбуждений» в колбочках сетчатки при рассмотрении объекта (рис. II). Насыщенность цвета внутри «колбочки» условно изображает ее «возбуждение». а — распределение «возбуждений» для типа сетчатки, изображенного на рис. I, а; б — то же для сетчатки, изображенной на рис. I, б (распределения получены при помощи оптического моделирования. Контраст для наглядности увеличен)



IV. Общая схема колориметрического опыта на глазе животного. При поворотах подвижного поляризатора монохроматическое излучение заменяется смесью основных излучений, и наоборот.

V. Осциллограммы электрических процессов в зрительном нерве лягушки. а, б, в, г — отведение от всего нерва; д, е, ж, з — отведение от одиночного волокна. (Под осциллограммами указаны цвета излучений, поочередно освещающих препарат)

VI. Вид поля зрения в колориметре со смежными полями.



VI

наково возбуждают оба его приемника. Так как эти приемники у лягушки и черепахи разные, то излучения, не различимые для одного животного, могут быть различимыми для другого.

Особенности колориметрического метода. В настоящее время мы еще не можем обнаружить какую-нибудь разницу в осциллограммах, записанных со зрительного нерва лягушки при освещении ее глаза светом с длиной волны 570 мμ (желто-зеленый) и 590 мμ (желто-оранжевый). В то же время мы знаем, что лягушка четко различает эти два цвета. Каким же образом мы, наблюдая в нерве только электрические явления, можем сделать такой вывод?

Чтобы пояснить это, приведем пример. Для того чтобы при помощи пружины взвесить тело, нужно знать связь между удлинением пружины и силой, действующей на нее. Однако есть способ, позволяющий произвести взвешивание и в том случае, когда свойства пружины нам не известны. Нужно подобрать такой набор гирь, чтобы, когда мы положим их на весы в место взвешиваемого тела, удлинение пружины не изменилось. Теперь, даже ничего не зная о свойствах пружины, мы можем сказать, что вес тела и гирь одинаков. Этот метод взвешивания («замещением», или «тарированием») рекомендуется и при взвешивании на неверных рычажных весах. И в этом случае мы получаем правильный результат, даже не зная отношения плеч весов.

Колориметрия также является методом замещения. Если при замене одного излучения другим сигнал в зрительном нерве возникает, то мы не можем сказать, чем различны для глаза лягушки эти излучения. Но когда сигнала нет, то это значит, что излучения не различимы для лягушки, т. е. вызывают одинаковое возбуждение во всех ее приемниках.

Продолжим аналогию с весами. Если нагреть пружину и положить на чашку весов то же тело, то пружина растянется не так, как в том случае, когда она была холодной. Однако два тела, вызывавшие равные деформации холодной пружины, и после нагрева будут вызывать равные деформации.

Аналогичным свойством обладают и колориметрические равенства. Реакция глаза лягушки на один и тот же свет очень сильно меняется при изменении температуры пре-

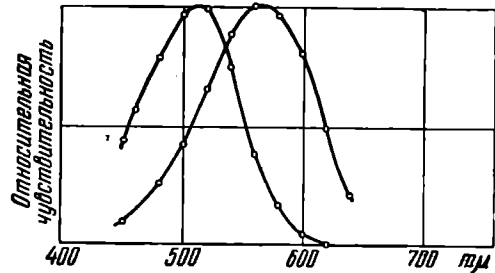


Рис. 3. Кривые спектральной чувствительности приемников глаза лягушки и черепахи

парата, содержания кислорода в окружающей его среде, утомлении нервных клеток и т. д. А два излучения, не различимые для одного значения всех этих параметров, остаются неразличимыми и при всех других. В этом огромное преимущество колориметрического метода.

Легко также показать, что колориметрические равенства не должны изменяться и после изменения уровня чувствительности какого-либо приемника, если только при этом не изменилась относительная спектральная чувствительность этого приемника. Экспериментально установлено, что и у человека и у животных относительные спектральные чувствительности приемников не изменяются после цветной адаптации. Каждый знает, как сильно может измениться кажущийся цвет предметов, если, например, предварительно долго смотреть на яркий красный фонарь. Однако, хотя все цвета и кажутся при этом сдвинутыми в зеленую сторону, колориметрические равенства остаются неизменными: два излучения, которые мы не различаем до адаптации, остаются неразличимыми и после нее. Эти опыты одновременно доказывают, что все изученные к настоящему времени приемники как человека, так и животных — простые и имеют кривые спектральной чувствительности, не являющиеся комбинацией кривых нескольких светочувствительных веществ. В самом деле, относительная спектральная чувствительность такого «сложного» приемника изменялась бы после цветной адаптации (адаптация в разной степени влияла бы на разные компоненты приемника), а это неизбежно привело бы к нарушению колориметрических равенств.

Итак, то, что колориметрия является методом компенсации, позволяет изучать свойства первичных фоторецепторов, хотя мы и не умеем еще расшифровать сигналы, идущие по нерву.

Сходны ли приемники лягушки и человека? Рис. 2 и 3 показывают, что по спектральным характеристикам приемники черепахи заметно отличаются от приемников лягушки. А не сходны ли какие-нибудь из приемников этих животных с приемниками человека? Ни один из «дневных» приемников человека (их характеристики даны на рис. 1) не совпадает с приемниками этих двух животных. Но если обратиться к «сумеречному» приемнику человека (приемник, находящийся в палочках его сетчатки и работающий при малых яркостях), то обнаруживается весьма близкое совпадение с одним из приемников лягушки (рис. 4). Сумеречный приемник человека работает при таких малых яркостях, при которых все остальные приемники уже перестают работать. В этих условиях работает только один приемник, и человек становится цветнослепым (отсюда поговорка: «ночью все кошки серы»). Не имеет ли место аналогичное явление и у лягушки? Опыт подтвердил это предположение. При очень малых яркостях лягушка становится цветнослепой.

При малых яркостях для нее можно, соответствующим подбором мощности, уравнять любые два излучения. Кривая чувствительности ее единственного работающего в этих условиях приемника совпадает с кривой сумеречного приемника человека. Ка-

залось бы, существует полная аналогия. Однако одно обстоятельство не могло не смутить исследователей — сумеречный приемник лягушки продолжает работать и при довольно больших яркостях. В то же время считается, что сумеречный приемник человека перестает работать при больших яркостях, «уступая место» дневным приемникам. Однако следует учесть, что до самого последнего времени все колориметрические исследования зрения человека велись вблизи центральной части сетчатки (обеспечивающей максимальную остроту зрения), где палочек почти совершенно нет. Может быть, именно поэтому трудно было заметить работу сумеречного приемника на фоне одновременной работы трех других приемников? Ответ мог быть получен только при помощи колориметрического исследования периферии сетчатки человека.

Обычный способ колориметрии на человеке оказался мало применимым для этого случая. Дело в том, что в обычном колориметре сравниваемые излучения подаются на две смежные половины поля зрения (вклейка VI). Наблюдатель изменяет пропорцию смеси основных излучений до тех пор, пока половинки поля не станут неразличимыми. Однако этот способ хорош лишь при исследовании центра сетчатки, обладающего высокой остротой зрения. Достаточно отвести глаз на $15-20^\circ$ в сторону от изображенного на вклейке VI поля колориметра, и мы перестаем различать даже ту грубую разницу в цвете, которая есть на этом рисунке. Поэтому для колориметрии на периферии сетчатки пришлось применить способ поочередного освещения сравниваемыми излучениями одного и того же поля (тот же способ, что и при работе с животными). Оказалось, что чувствительность периферии сетчатки к изменениям цвета достаточно велика. Первые же опыты, проведенные этим способом, показали, что для периферических частей сетчатки человека не действительны равенства, установленные этим же наблюдателем при помощи центра сетчатки. Никаким подбором смеси трех основных излучений достигнуть равенства не удастся. Четыре же основных излучения дают возможность получить равенства для любой части спектра. Значит, на периферии у человека одновременно работают четыре приемника.

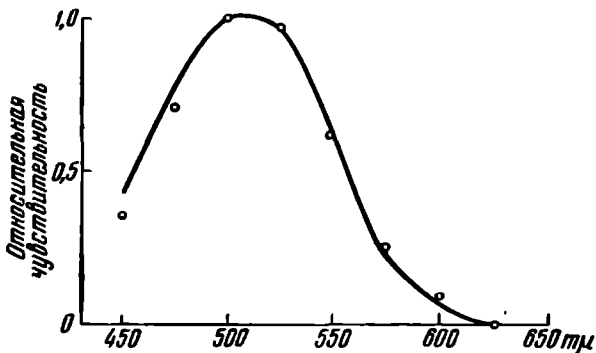


Рис. 4. Кривая спектральной чувствительности «коротковолнового» приемника лягушки; кружки — сумеречная чувствительность человека

Кривые сложения, полученные при четырехцветном колориметрировании, показывают, что одновременно работают три дневных и сумеречный приемники.

Таким образом, явление, замеченное у лягушки, помогло предсказать и обнаружить некоторые подробности работы приемников глаза человека.

Могут ли два приемника посылать сигналы по одному нервному волокну? Теперь мы можем вернуться к вопросу, от которого были вынуждены временно отвлечься. Как передаются в мозг сигналы от нескольких приемников глаза — по одному или по разным волокнам?

Метод отведения сигналов от одиночных волокон зрительного нерва в настоящее время хорошо разработан. При этом используется то, что волокна зрительного нерва позвоночных являются аксонами (отростками) легко доступных для микроэлектродов нервных клеток сетчатки (ганглиозных клеток сетчатки). Так как ганглиозные клетки в сетчатке, например лягушки, имеют диаметр 20—30 μ , то уже довольно грубым электродом диаметром в 20 μ удается отводить сигналы от отдельных ганглиозных клеток, соответствующие сигналам, посылаемым по одиночным волокнам (каждая ганглиозная клетка имеет только один аксон).

Пример осциллограммы, записанной при таком отведении, приведен на вклейке V, д¹. По характеру она довольно резко отличается от записи с целого нерва (вклейка V, а). По каждому волокну идут четко выраженные импульсы почти одинаковой высоты. И лишь наложение друг на друга десятков тысяч таких сигналов, проходящих по разным волокнам, создает ту картину беспорядочного «шума», которую мы наблюдаем на целом нерве.

Колориметрический опыт с отведением сигнала от одиночного волокна в принципе не отличается от уже описанного опыта с целым нервом. Разница заключается лишь

¹ В нерве встречаются волокна, по которым проходит сигнал лишь в момент усиления света, по другим идет сигнал при ослаблении света. Встречаются у некоторых животных волокна, по которым импульсы идут все время, пока действует свет. Для нас сейчас эти подробности не важны. Опыт, который будет дальше описан, может быть сделан на любом типе волокон.

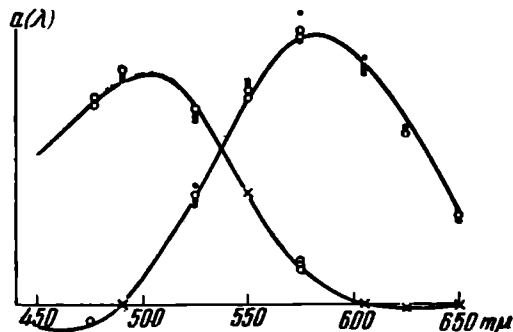


Рис. 5. Кривые сложения спектральных цветов для лягушки. Сплошные линии — опыты на целом нерве; кружки — на одиночных волокнах

в том, что если при отведении сигнала от всего нерва мы определяем, сколько разных приемников имеется вообще в глазу животного, то отводя сигналы от одиночного волокна, мы узнаем, сколько приемников посылает информацию по этому волокну.

На вклейке V (д, е, ж, з) приведены записи с волокон, реагирующего на уменьшение света. Вклейка V, е показывает контрастную чувствительность волокна. На вклейке V, ж видно, что при замене красного цвета на зеленый по волокну проходят импульсы. Оказалось, что никаким подбором мощности нельзя добиться отсутствия импульсов в этом волокне при смене красного света на зеленый. Отсюда следует, что по данному волокну передаются сигналы более чем одного приемника. И наконец, возможность подобрать смесь двух основных излучений, не отличимую от любого монохроматического (вклейка V, з), доказывает, что этих приемников два, и позволяет найти их спектральную чувствительность. Спектральная чувствительность, найденная в опытах с одиночными волокнами, полностью совпала с чувствительностью, полученной на целом нерве (рис. 5).

Итак, передача сигналов от нескольких приемников по одному волокну возможна. Поэтому есть основания думать, что и у человека сигналы от трех приемников, заключенных в каждой колбочке, передаются по одному волокну. Такая точка зрения хорошо согласуется с известным соотношением между числом колбочек и числом нервных волокон. В центре сетчатки на каждую колбочку приходится одно волокно (а не три),



Рис. 6. Осциллограмма реакции на включение света в одиночном волокне зрительного нерва лягушки. *а* — включение синего света; *б* — включение красного света

на периферии же волокон даже меньше, чем колбочек.

Таким образом, мы исчерпали вопросы, поставленные в начале статьи.

Возможные направления дальнейших исследований. Сигналы от нескольких приемников с разными спектральными чувствительностями передаются по одному волокну. Каким образом передаются при этом в мозг сведения не только о яркости, но и о спектральном составе света?

Сейчас имеются лишь предварительные указания на путь, которым эта передача может осуществляться. На рис. 6. приведены осциллограммы, полученные Е. А. Либберманом при отведении сигналов от одиночного волокна лягушки, работающего на включение света. Виден разный характер распределения во времени импульсов при освещении глаза красным и синим светом. В ответ на синий свет импульсы продолжают идти в течение довольно продолжительного времени, в то время как при освещении красным светом весь процесс заканчивается менее чем за одну секунду. Эта закономерность сохраняется при любых яркостях. Общее число импульсов, проходящих по волокну, с увеличением яркости увеличивается как для красного, так и для синего цвета, но при любой яркости «залп» импульсов после красного будет коротким, а после синего длинным.

Однако эту закономерность удалось наблюдать только на волокнах, работающих

на включение света. Кроме того, следует помнить, что два приемника лягушки расположены в разных клетках сетчатки (один в колбочках, другой в палочках), поэтому изучение лягушки, по-видимому, мало дает для понимания законов передачи информации от нескольких колбочковых приемников (например, у человека). Более перспективной в этом отношении моделью является глаз черепахи, обладающий двумя колбочковыми приемниками. (Палочек в сетчатке черепахи практически совсем нет.)

Если сигнал о цвете закодирован в виде распределения во времени нервных импульсов, то можно ожидать возникновения некоторой путаницы при попадании в глаз света с изменяющейся во времени яркостью. Нечто подобное удастся наблюдать, однако имеющиеся в настоящее время факты настолько бессистемны, что никаких выводов из них сделать еще нельзя.

В настоящее время большинство исследователей считает, что первичный процесс, возникающий в сетчатке под влиянием света, — химическое разложение какого-нибудь вещества. Продукты распада этого вещества должны возбуждать нервные клетки. Однако целый ряд явлений с трудом укладывается в эту схему. Трудно с ней согласовать, в частности, и тот факт, что в одной колбочке может находиться несколько разных приемников. Не исключено, что в дальнейшем фотохимическая гипотеза будет заменена какой-то другой. Накопленных к настоящему времени фактов достаточно для постановки вопроса, но еще слишком мало, чтобы предсказать, каким окажется его решение.

Чрезвычайно интересно узнать, как расшифровывает мозг приходящие в него сигналы и чем отличаются состояния зрительных центров при освещении глаза светом разной длины волны. По существу эти вопросы далеко выходят за рамки изучения собственно зрения. Речь идет о законах взаимодействия нервных элементов, кодирования и передачи информации. Сейчас лишь намечаются пути решения этих проблем, однако вполне возможно, что именно изучение зрения даст ключ к пониманию законов переработки информации в первой системе.

ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРЫ И ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНОЙ ФАУНЫ

Профессор Я. А. Бирштейн

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова



Кислород — один из наиболее обычных элементов на Земле. Этот газ составляет по весу около 78% атмосферы, около 89% гидросферы и приблизительно 51% литосферы.

Известны два изотопа кислорода; атомный вес одного из них 16, а другого — 18. Первый резко преобладает над вторым. Обычно наблюдается отношение O^{18} к O^{16} , как 1 : 500. Однако в некоторых случаях это отношение меняется на 4—5%, т. е. на 500 частей O^{18} приходится не 1, а 1,04 или 1,05 частей O^{16} .

Доказано¹, что при образовании углекислого кальция в воде при температуре 0°, отношение O^{18} к O^{16} в углекислом кальции равняется 1,026 : 500, при этом отношение в воде 1 : 500, т. е. возникающий углекислый кальций слабо концентрирует тяжелый кислород. Если образование углекислого кальция происходит при температуре 25°, тяжелый кислород в нем концентрируется еще слабее и отношение O^{18} к O^{16} равняется всего 1,022 : 500. Таким образом, при повышении температуры на 1° атомный вес кислорода углекислого кальция меняется на 0,0000007 единицы атомного веса, а отношение O^{18} к O^{16} на 0,176%. Несмотря на кажущуюся ничтожность этих величин, установленная строгая зависимость между атом-

ным весом кислорода углекислого кальция и температурой, при которой последний образовался, дает в руки исследователя надежный термометр, позволяющий измерять температуру обитания организмов, обладающих известковым скелетом. Практически удобнее при этом учитывать не атомный вес кислорода, а соотношение его изотопов.

Для того чтобы пользоваться возникшим в отдаленные от нас эпохи углекислым кальцием, как точным «палеотермометром», необходимо быть уверенным в том, что после образования минерала в нем сохраняется исходный изотопный состав кислорода, иными словами, в том, что после этого прекращается обмен кислородом между минералом и окружающей средой, а также диффузия воды внутрь кристалла.

Поскольку определение палеотемператур основано на сопоставлении изотопного состава карбоната кальция и морской воды, в которой он кристаллизуется, надо иметь данные об устойчивости изотопного состава в течение огромных промежутков времени не только карбоната кальция, но и морской воды.

Произведенные измерения и расчеты позволяют допускать весьма малую степень изменения изотопного состава морской воды во времени. Отношение O^{18} к O^{16} в морской воде за все время существования Земли изменилось на 0,5%, причем предполагается, что потеря тяжелого кислорода происходила

¹ См. H. C. Urey. Oxygen isotopes in nature and in laboratory. «Science», 1948, vol. 108, pp. 489—496.

преимущественно в докембрийские времена¹. Таким образом, этим фактором при проведении палеотемпературных измерений можно пренебречь.

Метод. Для разделения изотопов кислорода и определения их соотношения пользуются спектрометром, сконструированным Нирсом (Niers) и Юри (Urey) на основе принципов, разработанных Томсоном (Thomson) и Астоном (Aston).

В спектрометре анализируется углекислота, получаемая из углекислого кальция, которого требуется не менее 5 мг для каждого определения. Эпштейн, Буксбаум, Левенштам и Юри применили очистку испытуемых образцов при помощи гелия, нагретого до 500°, пропущенного через фильтры из активированного угля и через жидкий азот. После этого образец обрабатывается фосфорной кислотой, и углекислый газ направляется в спектрометр. Разработанный метод гарантирует отсутствие примеси к испытуемому кислороду кислорода, содержащегося в используемых для опытов посуде и реактивах, и дает возможность измерять соотношение изотопов кислорода в углекислом кальции с точностью до 0,001², что соответствует ошибке в определении температуры на 0,8°. В настоящее время разрабатывается метод определения палеотемпературы по изотопам кислорода, содержащегося в фосфорно-кислом кальции, при образовании которого соотношение тяжелого и легкого кислорода не зависит от солености³.

Измерение температуры среды обитания ныне живущих животных. Для проверки возможности измерения температуры среды обитания животных по соотношению изотопов кислорода в их известковом скелете Юри (1948) проанализировал ряд морских организмов из разных частей Индийского и Тихого океанов.

Оказалось, что в качестве материала для определения температуры среды обитания как в настоящем, так и в прошедшем вре-

мени пригодны только компактные известковые скелеты животных из морской воды нормальной океанической солености.

Впоследствии, для установления более строгой зависимости соотношения изотопов кислорода в раковинах морских беспозвоночных от температуры, был использован несколько иначе собранный материал и более совершенная методика его обработки¹. На трех морских станциях тихоокеанского побережья США в аквариумах с водой постоянной температуры содержались моллюски с просверленной или как-нибудь иначе поврежденной раковиной, в расчете на исследование только регенерировавшего ее участка, возникшего при постоянной температуре. Поскольку этого материала оказалось недостаточно, брались пробы самой периферической части раковин нескольких видов из естественных местообитаний. Для времени, в течение которого образовался исследованный участок, были хорошо известны суточные и сезонные изменения температуры среды обитания моллюсков. Первоначальная обработка полученных данных при вычислении температуры по соотношению изотопов кислорода в ряде случаев давала отклонения до 10%. Однако после уточнения примененной методики, в частности, после полного удаления кислорода из гелия, пропускавшегося над образцами во время их нагревания, удалось получить весьма точные данные². Так, например, анализ образцов, взятых из различных участков раковин *Halotis* и *Macoma*, совершенно четко показал сезонные изменения температуры, свойственные зонам обитания исследованных моллюсков (рис. 1).

Обобщение всех полученных таким образом данных позволило построить кривую зависимости соотношения изотопов кислорода в углекислом кальции раковин моллюсков и температуры, при которой шло образование испытуемого образца углекислого кальция (рис. 2). По способу наименьших квадратов было найдено уравнение этой кривой. Оно имеет такой вид:

$$t = 16,5 - 4,3\sigma + 0,14\sigma^2,$$

¹ См. Р. В. Тейс. Метод изотопной палеотермометрии. «Успехи химии», т. 24, 1955, № 2, стр. 163—180.

² См. S. Epstein, R. Buchsbaum, H. Lowenstam and H. C. Urey. Revised carbonate — water isotopic temperature scale. «Bull. Geol. Soc. America», 1953, vol. 64, № 11, pp. 1315—1326.

³ См. R. Buchsbaum. Palaeoecological factors in the sea. «Anné biol.», 1957, vol. 33, № 5—6, pp. 283—285.

¹ См. S. Epstein, R. Buchsbaum, H. Lowenstam and H. C. Urey. Carbonate water isotopic temperature scale. «Bull. Geol. Soc. America», 1951, vol. 62, № 4, pp. 417—426, (русский перевод в книге «Изотопы в геологии», 1954, стр. 529—542).

² См. там же.

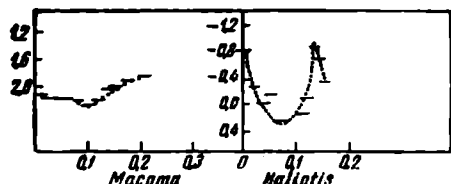


Рис. 1. Изменения соотношения изотопов кислорода (σ) в углекислом кальции раковины *Macoma* (температура среды обитания 7—9°) и *Haliotis* (температура среды обитания 15—21°) по мере роста моллюска (на абсциссе см. по радиусу раковины, начиная от макушки) (по Epstein and others, 1953)

где t — температура, а σ — разность в ‰ между отношением $\frac{CO^{18}_2 \cdot O^{18}}{CO^{16}_2}$ в испытуемом образце и в стандартном газе. Сходная формула была предложена ранее Мак Кри, изучавшим соотношение изотопов кислорода в химически осажденном при разной температуре углекислом кальции¹.

Раковины фораминифер, так же как раковины моллюсков, оказались пригодными для определения температуры среды их обитания. Эмилиани и Эпштейн² исследовали отношение O^{18}/O^{16} в раковинах 7 групп фораминифер из Мексиканского залива, обитающих при почти постоянной температуре 11,4—13,2°. Вычисленная по изотопному составу карбоната кальция их раковин температура оказалась равной 11—12,7°, т. е. получилось полное совпадение между ожидаемой и наблюдаемой температурой.

Измерение температуры среды обитания ископаемых животных. На основании изотопного анализа раковин ряда морских беспозвоночных из верхнемеловых отложений Англии, Дании и Северной Америки была сделана попытка восстановить температуру населенного ими моря, существовавшего приблизительно 60 млн. лет тому назад³. Наиболее пригодными для этой цели оказались белемниты; кристаллы раковин устриц

и брахиопод настолько мелкие, а сами раковины настолько рыхлые, что диффузия нарушила исходное соотношение изотопов кислорода и сместила его по отношению к наблюдающемуся в прозрачных рострах белемнитов.

По английским белемнитам (6 видов) были получены довольно сильно варьирующие показатели температуры (от 14,2 до 23,8°). Три экземпляра белемнита *Belemnites mucronata* из верхнего и нижнего маастрихта Дании обнаружили довольно сходную температуру (от 12,3 до 14,3°). Наконец, по многочисленным белемнитам *Belemnites americana*, собранным на побережье Мексиканского залива от 33 до 41° с. ш. в отложениях, синхронных европейскому маастрихту, была определена температура от 11,9 до 18°. Таким образом, европейские и американские представители *Belemnites* в верхнемеловое время жили в сходных температурных условиях, будучи обитателями бореальных вод и не заходили в теплые тропические воды, как это и предполагали некоторые палеонтологи.

Сходные данные были получены по меловым белемнитам Крыма¹. Готеринские, баремские и антские белемниты обитали при однообразной среднегодовой температуре 13,3°, но для альба и сеномана отмечено явное повышение температуры до 18,8—24,2°, сменившееся впоследствии новым понижением. При этом более мелководные обитатели Крымского мелового моря существовали при более высокой температуре, чем относительно глубоководные белемниты. Так, если по маастрихтским белемнитам восстановлена температура 13—15°, то по устрицам того же времени она достигает 18,2—20,9°.

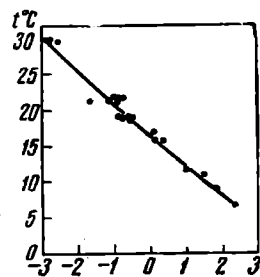


Рис. 2. Зависимость между температурой среды обитания моллюсков и соотношением изотопов кислорода в углекислом кальции их раковины (в отклонениях от установленного для *Haliotis*) (по Epstein and others, 1953)

¹ См. G. M. Mc. Crea. Isotopic chemistry of carbonates and palaeotemperature. «Chem. Phys. Journ.», 1950, vol. 18, pp. 849—857.

² См. C. Emiliani and S. Epstein. Temperature variations in the lower pleistocene of Southern California. «Journ. of Geol.», 1953, vol. 61, № 2, pp. 171—181. (Русский перевод в книге «Изотопы в геологии», 1954, стр. 573—586).

³ См. H. C. Urey and others, 1951.

¹ См. P. В. Тейс, М. С. Чувашин и Д. Н. Найдин. Определение палеотемператур по изотопному составу кислорода в кальците раковин некоторых меловых ископаемых Крыма. «Геохимия», 1957, № 4, стр. 271—277.

Особенно интересные результаты получены при изучении температурных условий существования белемнита из юрских отложений о-ва Скай; видовая принадлежность этого белемнита, к сожалению, не была определена.

Из его прозрачного ростра диаметром около 2,5 см был вырезан плоский диск толщиной 3 мм, отполирован и сфотографирован. На диске были хорошо заметны годовые кольца, подсчет которых показал, что животное прожило три лета и четыре зимы и умерло весной, в возрасте около 4 лет. Пробы для изотопного анализа брались по двум радиусам из зимних и летних колец нарастания с тем, чтобы определить сезонные и годовые изменения температуры среды обитания белемнита, причем определения температуры каждого данного сезона производились по двум пробам, взятым на разных радиусах.

Обработка полученных данных подтвердила существование белемнита в течение трех лет, отличающихся повышением температуры, и четырех зим, характеризующихся понижением температуры. В юности животное жило в более теплой воде, а затем откочевало в сравнительно холодноводный район. Наибольшие испытанные им сезонные колебания температуры не превышали 6°, а средняя температура его обитания в течение всей жизни равнялась 17,6° (рис. 3).

Для определения палеотемператур оказалось возможным использовать не только ростры белемнитов, но и раковины крупных фораминифер. Эмилиани и Эпштейн восстановили по данным изотопного анализа раковин фораминифер изменения температуры в течение значительного отрезка нижнеплейстоценового времени для прибрежной зоны Южной Калифорнии. Из отложений ломитского мергеля значительной мощности

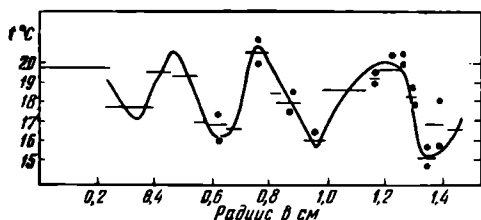


Рис. 3. Кривые изменения температуры среды обитания в течение жизни белемнита (по Urey and others, 1951)

через каждые 15 см было собрано 65 проб. При этом отбирались крупные раковины *Cassidulina laevigata* и *C. californica*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Triloculina trigonula* и *Elphidium crispum*. Анализы показали, что оба вида *Cassidulina* жили совместно. То же справедливо для обоих видов семейства *Miliolidae*, живших вместе, но при иной температуре, чем первые два вида. Наконец, *Elphidium* в свою очередь существовал при свойственной только ему температуре.

Кривые изменения температуры в течение изученного отрезка времени, полученные для каждой из трех исследованных групп фораминифер, проходят строго параллельно друг другу, но на разных уровнях. Они согласно демонстрируют один большой период потепления, причем в пределах каждого из этих периодов намечаются более кратковременные подъемы и падения температуры (рис. 4).

Различное положение кривых на графике объясняется приуроченностью изученных групп фораминифер к разной глубине. Наиболее глубоководная *Cassidulina* обитала на глубине около 120 м, т. е. при относительно низкой температуре. Оптимальная глубина для наиболее мелководных *Miliolidae* составляет около 19—42 м, *Elphidium* по своей приуроченности к глубине занимает промежуточное положение между двумя предыдущими.

Однако возможно, что, обитая на одинаковой глубине, одни фораминиферы жили летом, а другие — зимой, вследствие чего зафиксировали разные абсолютные показатели температуры. Чтобы ответить на этот вопрос, было изучено соотношение в пробах макро- и микросферических форм, поскольку микросферическое поколение, размножающееся бесполом способом, представляет собою зимнее поколение, а летом у фораминифер происходит половое размножение, свойственное макросферическому поколению.

Среди изученных *Miliolidae* и *Elphidium* резко преобладали макросферические формы, что заставляет признать «записанную» ими температуру летней и отнести различия между показателями температуры, выявленными этими группами, за счет разной глубины их обитания. В то же время среди особей *Cassidulina* макросферических и микросферических форм оказалось приблизительно

поровну, а следовательно, представители этого рода отразили среднегодовую температуру места своего обитания. Таким образом, более низкое положение кривой температуры обитания *Cassidulina* по отношению к аналогичной кривой для *Elphidium* в большей степени зависит от того, что эти кривые относятся к разным сезонам года, чем от различной глубины обитания обеих групп фораминифер.

Тем не менее, совместная встречаемость в одном образце фораминифер, обитавших при жизни на разных глубинах (в частности *Miliolidae* и *Elphidium*), как правильно подчеркивают Эмилиани и Эпштейн, «... указывает на периодическую транспортировку вниз поверхностного осадочного слоя и переложение его на большей глубине»¹. К сожалению, авторы не всегда учитывают это важное обстоятельство.

Резкие и многократные изменения температуры прибрежных вод Калифорнии в течение нижнего плейстоцена, согласно зафиксированные всеми тремя изученными группами фораминифер, объясняются, в первую очередь, местными тектоническими подвижками. Поднятия некоторых хребтов оттесняли холодное калифорнийское течение от берега и вызывали потепления, а понижения этих хребтов приводили к противоположному эффекту. Сравнительно низкая температура левой половины графика, возможно, служит отражением холодного ледникового климата, а правая половина соответствует межледниковой эпохе, однако воздействие климата на температуру мест обитания фораминифер сказывалось только посредством изменения режима морских течений, который в большей степени зависел от тектонических факторов.

Весьма интересные данные были получены в результате изотопного анализа раковин планктонных фораминифер — глобигерин из колонок грунта, взятых на больших глубинах Атлантического и Тихого океанов и Карибского моря². Обитатели поверхностных вод — глобигерины — отразили колебания поверхностной температуры океана в течение всего плейстоцена, начиная от верхов плиоцена. Пробы на анализ бра-

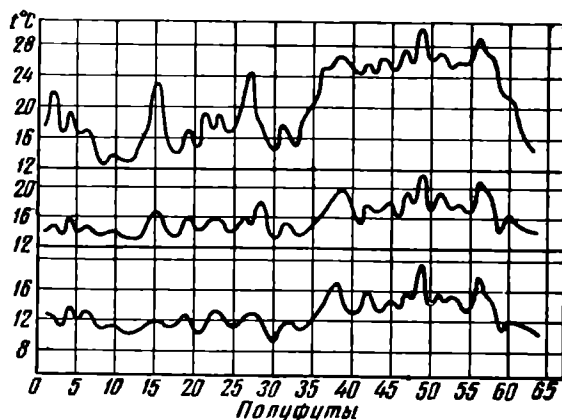


Рис. 4. Кривые изменения температуры в течение плейстоцена, восстановленные по соотношению изотопов кислорода в углекислом кальции раковины трех групп фораминифер. Сверху *Miliolidae*, в середине *Elphidium*, снизу — *Cassidulina* (по Emiliani and Epstein, 1953)

лись по всей длине колонки через каждые 10 см, что позволило с большой точностью проследить колебания температуры в течение приблизительно 600 000 лет. Для установления абсолютного возраста изученных осадков были привлечены данные по радиоуглероду. Выявились закономерные, очень четкие колебания температуры, совпадающие с общепринятой схемой многократных оледенений, перемежавшихся более теплыми межледниковыми эпохами (рис. 5). Эти колебания хорошо отражены наиболее мелководными видами (*Globigerinoides rubra*, *G. sacculifera*) и сглажены на кривых, полученных для обитающих на глубине около 140 м *Globorotalia tumida*, *Pulleniatina obliquiloculata* и *Globigerina inflata*.

Параллельно была определена температура глубинных вод по раковинам донных фораминифер, названия которых, к сожалению, не приводятся. Материал выбирался из слоев, соответствующих температурным минимумам и максимумам, из колонок, полученных в тропической и северной частях Атлантического океана и в тропической части Тихого океана. Обработка этого материала показала, что во время оледенения температура глубинных вод в экваториальной части Тихого океана была такой же, как ныне, т. е. около 1,70°, но в северной и тропи-

¹ Стр. 585 русского перевода.

² См. С. Emiliani. Pleistocene temperatures. «Journ. of Geol.», 1955, vol. 63, № 6, pp. 538—578.

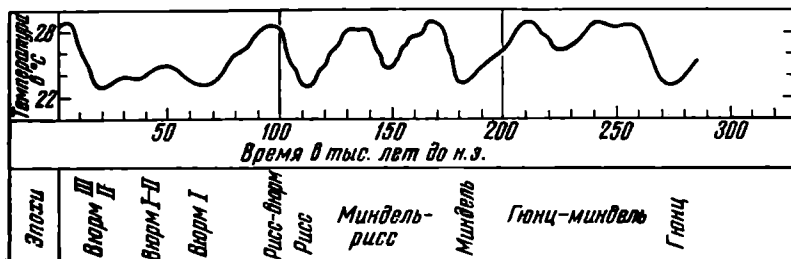


Рис. 5. Обобщенная кривая изменения температуры в течение четвертичного времени, основанная на анализе соотношения изотопов кислорода в углекислом кальции раковин планктонных фораминифер (по Emiliani, 1955)

ческой Атлантике имело место понижение температуры на $2,1^\circ$, что объясняется мощным развитием ледового покрова в пределах именно Атлантического бассейна. В межледниковые эпохи температура глубинных атлантических вод не повышалась более чем на $0,8^\circ$ по сравнению с современной.

Восстановление изменений температуры глубинных вод Тихого океана за третичное время. Шведская глубоководная экспедиция 1947—1948 г. взяла в восточной части Тихого океана на глубинах 4440—4725 м несколько колонок грунта. В этом грунте находились раковины донных фораминифер, по которым был определен геологический возраст различных слоев колонок или всей колонки в целом. Одна из них содержала целиком среднеолигоценовые отложения, поскольку на всем ее протяжении встречались *Cassidulina spinifera* Cushman et Jarvis, другая — средне- и нижнемиоценовые отложения, судя по присутствию *Gyroidina zelandica* Finlay совместно с *Laticarinina bullbrookii* Cushman et Todd. В нижней части третьей колонки находились плиоценовые отложения, перекрытые плейстоценовым слоем, что позволяет датировать первые как верхнеплиоценовые.

Эмилиани и Эдвардс¹ проанализировали соотношение изотопов кислорода в раковинах фораминифер из колонок грунта и, таким образом, определили температуру, свойственную глубинным тропическим во-

дам Тихого океана в течение значительной части третичного периода. Оказалось, что, начиная со среднего олигоцена и кончая современностью, происходило неуклонное и весьма значительное падение температуры глубинных вод: в среднеолигоценовое время она равнялась $10,4 \pm 0,5^\circ$, в нижне- или среднемиоценовое время $7,0 \pm 0,5^\circ$, в верхнеплейстоценовое время $2,2 \pm 0,5^\circ$, а ныне, в районе

взятия исследованных колонок, наблюдается придонная температура около $1,7^\circ$. Следовательно, за время с середины олигоцена до конца плиоцена придонная температура в тропической части Тихого океана понизилась приблизительно на 8° (рис. 6).

Эмилиани объясняет это похолодание воздействием великого оледенения. Он указывает на принципиально иной характер циркуляции водных масс Мирового океана при отсутствии или малом количестве льда в Арктике и в Антарктике в третичное время. Различия в долях градуса между водами высоких и низких широт оказываются достаточными для кардинальных изменений водообмена.

Происхождение современной глубоководной фауны. Температура глубинных (глубже 2000 м) вод современного Мирового океана на всем его протяжении колеблется весьма незначительно. У полюсов она близка к 0° , в остальных частях океана не превышает $3-4^\circ$. Богатая видами специфическая глубоководная фауна обитает в этих узких пределах.

Ограниченность ареалов многих глубоководных видов заставляет предполагать их строгую приуроченность к определенной температуре. Экман считает, что даже незначительное изменение температуры может послужить препятствием распространения глубоководных животных. Так, например, холодные антарктические воды препятствуют проникновению атлантической абиссальной фауны с юга в Индийский и Тихий океаны. Здесь имеются в виду температурные различия порядка $2-3^\circ$.

¹ См. C. Emiliani and C. Edwards. «Nature», 1953, vol. 171, p. 887; C. Emiliani. Temperatures of Pacific bottom waters and Polar superficial waters during the Tertiary. «Science», 1954, vol. 119, № 3103, pp. 853—855.

¹ См. Sven Ekman. Betrachtungen über die Fauna der abyssalen Ozeanboden. «XIV Intern. Zool. Congr. Copenhagen», 1953.

Учитывая несомненную stenothermность современной глубоководной фауны, Бруун, на основании данных Эмилиани, высказал гипотезу о вымирании всей (за немногими исключениями) теплолюбивой третичной абиссальной фауны и о недавнем (четвертичном) заселении абиссали обитателями материкового склона — батиами, причем в значительной степени из приполярных областей, где батиальные виды существовали при низкой температуре. Действительно, понижение температуры на 8° должно было оказаться катастрофой для абиссальной фауны¹.

Логически правильный вывод Брууна противоречит прочно укоренившемуся в науке мнению о древности глубоководной фауны, основанному на значительном фактическом материале по ее составу и распространению. В частности, в своей обширной сводке по зоогеографии моря Экман привел большое число убедительных примеров сохранения на больших океанических глубинах вымерших на мелководьях древних примитивных форм². Новые материалы, добытые на больших глубинах советскими экспедициями на «Витязе», подтверждают это положение³. Глубоководная фауна состоит в значительной своей части из древних примитивных форм, перешедших к обитанию в абиссали в весьма отдаленные от нас времена. Недавние вселенцы на большие глубины, относящиеся к геологически молодым группам, также встречаются в абиссали, но в несравненно меньшем количестве.

Особенно показательно в этом отношении открытие датской экспедицией на судне «Галатhea» замечательного моллюска *Neopilina galathea* Lemche, отнесенного к классу Monoplacophora. В этот класс входит несколько отрядов вымерших моллюсков, существовавших на небольших глубинах, начиная с кембрия и кончая девоном⁴. Обсуждая эту находку, Ионг указывает на вероятность

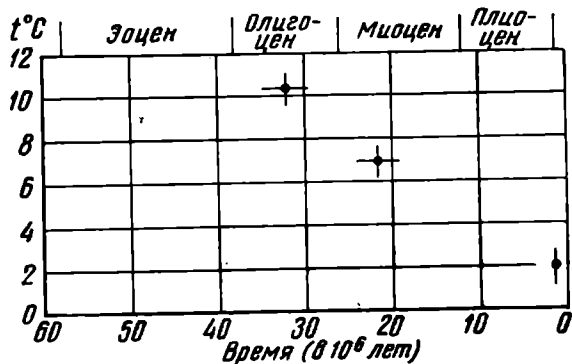


Рис. 6. Температура глубинных вод Тихого океана во второй половине третичного периода, установленная по соотношению изотопов кислорода в углекислом кальции донных фораминифер (по Emiliani, 1954)

вероятность давнего вселения предков этого моллюска на большие глубины и сохранение им примитивных признаков в специфических условиях абиссали¹. Таким образом, Бруун с полным правом называет *Neopilina* живым ископаемым. Поскольку никаких видов, родственных ему в современных, а также в последоновских мелководных частях океана не известно, нельзя себе представить недавнее (последнедевонское) его вселение на большие океанические глубины. Трудно сомневаться в том, что этот моллюск, наряду с другими абиссальными обитателями, представляет собой пережиток очень древней, погибшей на небольших глубинах фауны.

Если *Neopilina* и подобные формы пережили на больших океанических глубинах длительные геологические периоды и даже эпохи, следует считать условия существования этих живых ископаемых весьма стабильными в течение значительного отрезка времени. Бруун справедливо отмечает неизбежность вымирания древней глубоководной фауны в случае понижения температуры на 8° в течение второй половины третичного периода, однако такая древняя фауна продолжает существовать. Это обстоятельство заставляет усомниться в предполагаемом Эмилиани и Эдвардсом резком изменении температурного режима абиссальных

¹ См. A. Fr. Bruun. The abyssal fauna, its ecology, distribution and origin. «Nature», 1956, vol. 177, № 4520, pp. 1105—1108.

² См. Sven Ekman. Zoogeography of the sea. London, 1953.

³ См. Л. А. Зенкевич и Я. А. Вирштейн. Изучение глубоководной фауны и связанные с этим вопросы. «Вестник МГУ», 1955, № 4—5; Я. А. Вирштейн. О некоторых особенностях ультраабиссальной фауны на примере рода *Storothyngura*, «Зоол. журн.», т. XXXVI, 1957, № 7.

⁴ См. H. Lemche. A new deep-sea mollusc of the cambrio-devonian class Monoplacophora. «Nature», 1957, vol. 179, № 4556.

¹ См. C. M. Yonge. Reflexions on the monoplacophoran, *Neopilina galathea* Lemche. «Nature», 1957, vol. 179, № 4561.

вод и более внимательно отнестись к фактическому материалу обоих авторов.

Как уже указывалось выше, определения температуры абиссальных вод олигоценового времени были произведены по *Cassidulina*, а миоценового времени — по *Gyroldina zelandica* и *Laticarinina bullbrooki*. Все три вида представляют собою руководящие ископаемые для соответственных отложений, однако определяемые по ним слои ни в коем случае не считаются абиссальными. Так, например, Кешмэн и Стейнфорт, приводя *C. spinifera* и *L. bullbrooki* для третичных отложений Тринидада, указывают, что эти виды, встреченные совместно с рядом крупных морских ежей и моллюсков, жили на глубине 50—200 м¹.

Нет никаких оснований для предположений об обитании указанных сублиторальных видов также и в абиссали. В этом отношении весьма показательны новые данные о вертикальном распространении современных фораминифер в северо-западной части Тихого океана, добытые советскими экспедициями на «Витязе» и опубликованные недавно З. Г. Щедриной. В заключении к своей работе автор пишет: «Из сопоставления исследованных материалов по мелководной и глубоководной фауне фораминифер можно видеть, что по составу они почти совершенно различны»². Действительно, из 122 обнаруженных З. Г. Щедриной видов только

два (*Recurvoides contortus* и *Cassidulina californica*) были встречены, начиная с 220 м и кончая 2840—4640 м; все остальные приурочены либо только к малым, либо только к большим глубинам. Таким образом, если бы мы задались целью измерить изотопным методом температуру современных абиссальных вод, нам пришлось бы пользоваться раковинами специфических глубоководных видов фораминифер.

Определения температуры третичных абиссальных вод произведены Эмилиани и Эдвардсом по раковинам мелководных фораминифер. Полученная ими температура значительно превосходит температуру современных абиссальных вод вовсе не потому, что в третичное время эти воды были теплее, а потому, что исследованные фораминиферы жили не в абиссали, а на небольших глубинах, при более высокой температуре, чем характерная сейчас для больших глубин. Их раковины были снесены на большие глубины совершенно так же, как это случилось с раковинами *Miliolidae* в плейстоценовых отложениях Калифорнии, по данным Эмилиани и Эпштейна.

Таким образом, соображения Эмилиани и Эдвардса о резком изменении температуры глубинных вод в течение второй половины третичного периода и выводы Брууна о вызванном этим изменением вымирании древней глубоководной фауны не могут считаться убедительными. Фаунистические данные позволяют и сейчас рассматривать большие океанические глубины как убежище, в котором при относительно постоянной температуре сохранились до наших дней многие первобытные вымершие на мелководье виды животных.

¹ См. A. Cushman and R. M. Stainforth. The Foraminifera of Trinidad, British West India. «Cushman's Lab. Foraminif. Res. Spec. Publ.», 1945, № 14.

² См. З. Г. Щедрина. О фауне фораминифер Курило-Камчатской впадины. Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. XXVII, 1958, стр. 175.



ДАЛЬНЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ УЛЬТРАКОРОТКИХ РАДИОВОЛН

*Профессор М. П. Долуханов
Ленинград*



16 марта 1959 г. все прогрессивное человечество отметило 100 лет со дня рождения великого русского ученого Александра Степановича Попова.

Прочитанный им 7 мая 1895 г. доклад с демонстрацией первого в мире радиоприемника открыл перед мировой наукой новые необозримые горизонты развития до тех пор неизвестной области знания — радио.

Дальнейшие успехи науки и техники тесно связаны с этим замечательным открытием. И нет ныне почти ни одной отрасли знания, где радио и в особенности электроника не играли бы существенной роли — от изучения тончайших процессов органического мира до сложных устройств по автоматическому регулированию в промышленном производстве.

Публикуемая статья профессора М. П. Долуханова рассказывает о продолжении работ, начатых А. С. Поповым по распространению радиоволн, — распространению УКВ, нашедших практическое применение в таких областях, как телевидение и радиорелейные линии, обеспечивающие многоканальную радиосвязь.

Как известно, первые демонстрации по воспроизведению опытов Герца были осуществлены в 1889 г. в Минном офицерском классе в Кронштадте А. С. Поповым на ультракоротких волнах. В то время считалось, что создаваемые искусственным путем электромагнитные волны обладают всеми свойствами видимого света и поэтому естественно было полагать, что в земной атмосфере волны этого диапазона будут распространяться подобно лучам света, практически по прямолинейным траекториям, т. е. не огибая кривизны земного шара.

Впоследствии, проводя опыты по беспроволочному телеграфированию, А. С. Попов перешел к более длинным волнам (порядка нескольких сот метров) и показал, что волны этого диапазона обладают способностью огибать выпуклую поверхность земного шара.

Все последующее развитие радиосвязи

проходило под знаком применения все более длинных волн. И только в 1922 г. было обнаружено, что короткие волны (от 10 до 100 м) еще более удобны для осуществления дальней связи. При этом примерно до 1941 г. считалось, что способностью огибать выпуклую поверхность земного шара обладают лишь волны длиннее 10 м. Только отдельные исследователи обращали внимание на наблюдаемые иногда отклонения от этого «правила». Так, еще в 1929 г. при проведении в окрестностях Москвы опытов по связи на УКВ, П. В. Шмакову удалось на частотах 50—60 Мгц достигнуть дальности в 70 км, что безусловно превышало расстояние прямой видимости.

В связи с развитием телевидения и радиолокации, стало поступать все больше сообщений с описанием отдельных случаев дальнего приема ультракоротких волн. Обстоятельное изучение и анализ этих фактов

позволили установить, что распространению УКВ на расстояния, значительно превышающие нормальную дальность действия, способствуют две причины. Метровые волны распространяются на большие расстояния либо в результате отражения от регулярного слоя F_2 в дневные часы, в годы максимума солнечной активности (когда этот слой приобретает способность отражать радиоволны с частотой до 60 МГц), либо от спорадического (т. е. возникающего время от времени) слоя E, который может отражать еще более высокие частоты. Этот слой, как установлено, может формироваться как днем, так и ночью, притом почти независимо от фазы солнечной активности.

Дециметровые и сантиметровые волны приобретают способность распространяться на большие расстояния совсем по другой причине, а именно, вследствие образования при некоторых благоприятных к тому метеорологических условиях в нижних слоях тропосферы областей с резко уменьшающимся с высотой значением показателя преломления. Подобные области по отношению к дециметровым и сантиметровым волнам

обладают свойствами диэлектрических волноводов, т. е. приобретают способность канализировать распространяющуюся внутри них энергию радиоволн.

Поскольку первый из рассмотренных способов распространения волн связан с возникновением необычно сильной ионизации в области слоя E, а второй — с образованием весьма специфических метеорологических условий, причем и та и другая ситуация носят случайный характер, то ясно, что эти способы распространения волн не могут служить основой для создания надежно и непрерывно действующих систем связи. Рассмотрим такие виды распространения УКВ на большие расстояния, которые характеризуются постоянством условий распространения и в силу этого могут служить данным целям.

Новый вид дальнего распространения УКВ был открыт в конце сороковых годов, когда отдельные исследователи в разных странах почти одновременно обратили внимание на наличие слабого электромагнитного поля на расстояниях, заметно превышающих дальность прямой видимости и отдаленных от источника на расстояние до 700 км. Напряженности этого поля значительно превышали уровень, который предсказывался дифракционной теорией. Однако говоря о постоянстве этих полей, следует оговориться, что речь идет о постоянстве во времени лишь средних значений напряженности поля. Мгновенные же значения претерпевают непрерывные и глубокие замирания, примерно такого же характера, как у сигналов, принимаемых в диапазоне коротких волн. Ряд данных убедительно показывал, что причиной дальнего распространения являются особенности строения тропосферы.

Из рис. 1, по оси абсцисс которого отложены расстояния, по оси ординат — значения среднего поля в мкВ/м, ясно видно, насколько фактически наблюдаемые поля (кривые б) превышают значения, вычисленные по формулам теории дифракции (кривые а). У отдельных кривых надписаны соответствующие им длины волн.

Рис. 1 дает ответ на естественный, казалось, вопрос, почему существование поля на больших расстояниях от УКВ-передатчиков ускользало от внимания прежних исследователей. Объясняется это тем, что

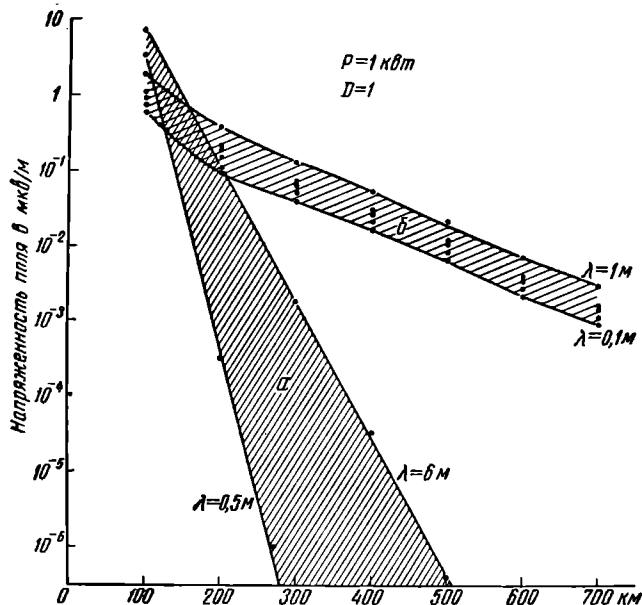


Рис. 1. Зависимость напряженности поля от расстояния: а — расчет по дифракционной формуле для $\lambda = 6$ м и $\lambda = 0,5$ м; б — по экспериментальным данным. Излучаемая мощность $P = 1$ кВт. Коэффициент направленности антенны $D = 1$

при тех мощностях и направленностях антенн, которые обычно применяются в телевизионных и УКВ-вещательных передатчиках, на расстояниях, превышающих 200 км, сигнал оказывается слишком слабым и принимать его на обычные телевизионные или вещательные приемники невозможно. Так, например, телевизионный передатчик, излучающий мощность 10 кВт на расстоянии 300 км, создает напряженность поля порядка 1 мкв/м. Столь слабый сигнал можно принять только на специально сконструированный узкополосный приемник, в котором созданы условия, обеспечивающие стабилизацию частоты первого гетеродина.

Для объяснения нового вида дальнего распространения ультракоротких радиоволн были выдвинуты три теории, которые рассматриваются ниже.

Целый ряд повседневно наблюдаемых фактов (например, мерцание звезд, форма следов от выхлопных газов, оставляемых в небе высоко летящими самолетами, структура легких облаков и др.) с несомненной очевидностью показывает, что в тропосфере имеют место непрерывные движения воздушных масс, которые носят вихревой (иначе — турбулентный) характер. Теория турбулентного движения обстоятельно разработана в классических трудах Ричардсона, А. Н. Колмогорова и других. Наиболее важной особенностью этого движения является возникновение крупных завихрений при поступательном движении потока воздуха и постепенное и последовательное разбивание крупных вихрей на более мелкие до тех пор, пока энергия движения самых малых вихрей (диаметром порядка 1 см) не превратится вследствие вязкости в тепло. Размер наиболее крупных вихрей l_a определяется скоростью ветра.

Схема постепенного превращения крупных завихрений в мелкие условно показана на рис. 2.

В областях тропосферы, охваченных турбулентностью, происходят местные (локальные) изменения давления, температуры и влажности, а следовательно, и локальные изменения показателя преломления, который, как известно, зависит именно от этих трех величин. В силу этого тропосфера приобретает свойства среды с местными (локальными) неоднородностями различных размеров (от l_a до l_s), в пределах которых пока-

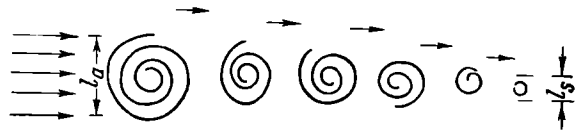


Рис. 2. Последовательное превращение крупных завихрений в более мелкие

затель преломления несколько отличается от окружающей среды. С помощью специально сконструированного прибора, так называемого радиорефрактометра, устанавливаемого на самолете, удалось измерить как средние размеры «зерен неоднородности», так и величину, на которую в среднем показатель преломления внутри «зерна» отличается от показателя преломления окружающей среды. Средние размеры «зерен», или «глобул», как их иначе называют, оказались порядка сотен метров, а степень различия в значениях показателя преломления — всего несколько N-единиц, где под 1 N понимают миллионную долю показателя преломления свободного пространства, который, как известно, равен единице.

Подобно тому, как капля дождя, на которую падает поток световых лучей, вызывает рассеяние энергии света, каждое «зерно» неоднородности тропосферы под действием падающих на него радиоволн становится источником рассеянного излучения.

Для правильного понимания механизма рассеяния радиоволн в тропосфере необходимо учесть, что в соответствии с изложенным выше, в тропосфере имеется множество неоднородностей с непрерывно меняющимися размерами от l_a (максимума) до l_s (минимума). При создании рассеянного излучения в заданном направлении особую роль играют неоднородности вполне определенного размера. Обратимся к рис. 3, на котором показан один из множества лучей, рассеиваемых в точке М, попадающий в пункт приема В. Будем в первом приближении считать, что объем V, участвующий в создании рассеянного излучения, сравни-

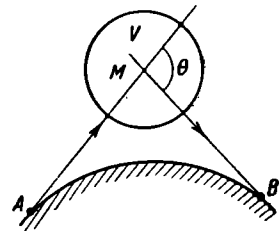


Рис. 3. Создание точкой М тропосферы рассеянного поля в пункте приема

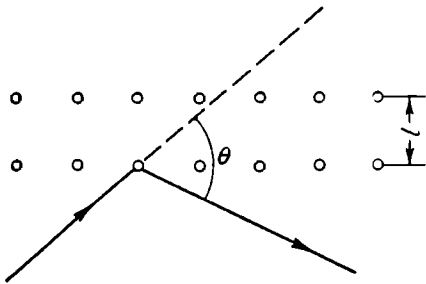


Рис. 4. Образование рассеянного поля в точке приема множеством очагов рассеяния

тельно мал, что позволяет пренебречь изменениями угла θ внутри этого объема. Сделаем еще одно упрощение, предположив, что центры всех очагов рассеяния данного размера расположены в плоскостях, параллельных поверхности Земли, точнее, хорде АВ (рис. 3), которые удалены друг от друга на расстояние l . Простые геометрические рассуждения показывают, что для того чтобы излучения, создаваемые отдельными «зернами», складывались в направлении θ в правильных фазовых соотношениях, необходимо, чтобы удовлетворялось следующее соотношение (рис. 4)

$$l = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\theta}{2}},$$

где λ — длина волны.

Иными словами, только неоднородности размера l , при заданных λ и θ создают рассеянное излучение в интересующем нас направлении.

Подобно тому, как периодические и аperiodические процессы характеризуются определенным частотным спектром (дискретным в первом случае и непрерывным — во втором), пространственное распределение не-

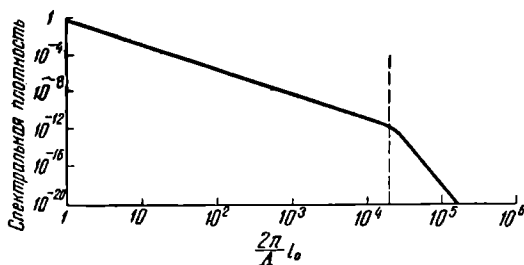


Рис. 5. Пространственный спектр при турбулентном движении воздушных масс

которого возмущенного состояния, каковым в нашем случае является турбулентность тропосферы, характеризуется пространственным спектром. Исследования показали, что пространственный спектр турбулентности имеет вид, показанный на рис. 5. Здесь Λ — пространственный период, а l_0 — средний размер турбулентности. По оси абсцисс отложены значения $\frac{2\pi}{\Lambda} l_0$, а по оси ординат — спектральная плотность. Излом соответствует тому значению Λ , при котором начинает проявляться влияние вязкости и энергия движения переходит в тепло.

В зависимости от свойств, которые та или иная теория приписывает турбулентному движению и которые пока не могут быть установлены с достаточной определенностью, возникают известные различия в форме кривой, изображающей пространственный спектр, а следовательно, и различия в рассеивающей способности тропосферы. По-видимому, наибольшего доверия заслуживает теория Вилларса—Вейскопфа, в значительной мере основанная на работах А. Н. Колмогорова. Согласно этой теории, рассеивающая способность тропосферы пропорциональна длине волны. Для практических расчетов обычно пользуются экспериментально построенным графиком зависимости поля от расстояния, подобно изображенному на рис. 1.

Попятно, что электромагнитное поле в месте приема может создаваться рассеянным излучением только тех зерен неоднородности, которые одновременно «видны» из мест расположения передающей и приемной антенн. Такие «зерна» должны находиться над плоскостями горизонтов, построенных для конечных пунктов линии радиосвязи.

С ростом высот неоднородность тропосферы уменьшается, а следовательно, уменьшается и интенсивность создаваемого локальными неоднородностями рассеянного излучения. Этим определяется верхняя граница объема тропосферы, активно участвующего в создании рассеянного излучения.

В результате взаимодействия электрических полей, создаваемых отдельными неоднородностями, в месте приема формируется конечное поле. В силу непрерывных флуктуаций показателя преломления, фазы взаимодействующих полей непрерывно меняются,

что и порождает замирания результирующего поля.

Согласно другой теории, распространение УКВ на значительные расстояния вызывается в основном отражениями от поверхностей раздела областей тропосферы, обладающих несколько отличными друг от друга значениями показателя преломления. Такие поверхности раздела могут возникнуть у нижней границы плотного облака, в месте раздела теплых и холодных масс воздуха, при наличии в тропосфере областей с повышенной влажностью и т. д. Как показывают рефрактометрические измерения, такого рода поверхности раздела действительно существуют, причем величина перепада в значениях показателя преломления достигает десятков N .

Согласно законам оптики, при небольшом изменении показателя преломления на границе раздела двух сред, основной поток энергии переходит во вторую среду, почти не испытывая преломления. В то же время небольшая доля энергии отражается от границы раздела. Если размеры поверхности раздела много больше длины волны, то отражения носят зеркальный характер, подчиняясь закону отражения. В противном случае отражения приобретают диффузный характер, иными словами, происходит частичное рассеяние отраженной волны. Множество различным образом ориентированных поверхностей раздела могут создать в отдаленной точке уровень поля, достаточный для приема сигналов. Схема распространения за счет отражений от слоистых неоднородностей показана на рис. 6. Здесь поверхности раздела показаны пунктирными линиями. Поверхность раздела небольшого размера порождает диффузные отражения.

Теория отражений от слоистых неоднородностей была впервые разработана советским ученым В. Н. Троицким.

Причиной дальнего распространения УКВ может явиться также процесс когерентного рассеяния этих волн в тропосфере. Вследствие постепенного уменьшения с высотой давления, влажности и температуры воздуха, показатель преломления атмосферы монотонно уменьшается по мере роста высот от значения $n = 1,00038$ у поверхности Земли (при нормальных атмосферных условиях) до значения $n \approx 1$ на высотах порядка 20–30 км. Хорошо известно, что

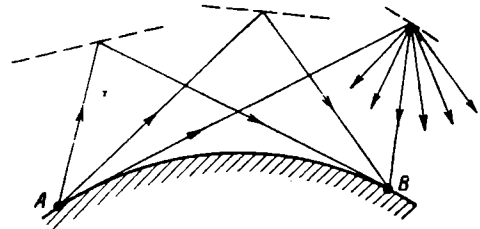


Рис. 6. Отражение и рассеяние радиоволн от слоистых неоднородностей в тропосфере

при распространении в подобной неоднородной среде, при отсутствии локальных неоднородностей, траектория волны приобретает форму плавной кривой, обращенной выпуклостью вверх. Более строгое электродинамическое рассмотрение вопроса распространения волн в неоднородной среде с плавно меняющимся значением показателя преломления показывает, что процесс преломления обязательно сопровождается возникновением частичных отражений на всем пути распространения. Схема возникновения частичных отражений в тропосфере показана на рис. 7. Наиболее сильные отражения возникают на тех участках траектории, где показатель преломления особенно быстро изменяется с высотой. Суммарное действие отраженных потоков энергии создает результирующее поле в точке В.

Рассмотренное явление получило название когерентного рассеяния по той причине, что все источники рассеянного излучения находятся между собой в жестких фазовых соотношениях, чего не бывает при рассеянии на локальных неоднородностях, вследствие флюктуационного характера изменений показателя преломления.

По-видимому, было бы неправильно полностью отвергнуть какие-либо две из рассмотренных теорий, отдав исключительное

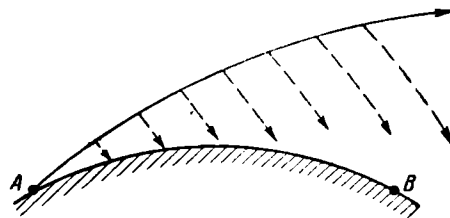


Рис. 7. Когерентное рассеяние радиоволн в тропосфере

предпочтение оставшейся третьей. Этого нельзя сделать прежде всего потому, что все три явления, лежащие в основе рассмотренных теорий, действительно происходят в природе, а выполненные по соответствующим теориям расчеты приводят именно к тому порядку уровня поля в месте приема, который фактически наблюдается.

Предпринятые до сих пор попытки поставить решающий опыт, который доказал бы очевидные преимущества одной из теорий, пока успехом не увенчались. Потерпела неудачу и попытка дать предпочтение той теории, которая наиболее естественно объясняет сезонный ход изменения уровня поля. Дело в том, что бросающейся в глаза особенностью тропосферного распространения УКВ является резко выраженная зависимость среднего уровня сигнала от времени года: в летние месяцы поле возрастает на 8—14 дБ по сравнению с уровнем, наблюдаемым в зимние месяцы. Оказалось, что все три теории удовлетворительно объясняют это явление, причина которого — более резкое убывание показателя преломления с высотой в летние месяцы по сравнению с зимними.

По всей вероятности, в создании поля, наблюдаемого на больших расстояниях от передатчика, одновременно участвуют все три рассмотренных механизма, причем в зависимости от конкретной метеорологической обстановки будет преобладать тот или иной вид рассеяния.

Дальнее распространение УКВ, независимо от механизма, лежащего в основе этих процессов, имеет чрезвычайно большое практическое значение. То обстоятельство, что при рассеянии в пункт приема попадает лишь весьма небольшая доля излучаемой передатчиком энергии, удастся компенсировать применением передающих устройств

большой мощности (в несколько десятков *квт*) и эффективных передающих и приемных антенн (с излучающей поверхностью до 400 *м*²). Вредное действие быстрых и беспорядочных колебаний уровня поля принимаемого сигнала удастся парализовать применением двух или трех, отдаленных друг от друга на расстояние порядка ста метров, приемных антенн. Важной особенностью дальнего распространения УКВ за счет рассеяния в тропосфере является широкая полоса передаваемых частот (до 5 *Мгц*), что позволяет использовать тропосферные линии для передачи телевизионных программ и свыше ста телефонных разговоров на расстояния до 300—500 *км*. Используя тропосферные линии в качестве звеньев радиорелейных линий связи, можно осуществлять передачу телевидения и многоканальной телефонии теоретически на неограниченные расстояния. Важным преимуществом тропосферных радиорелейных линий связи по сравнению с радиорелейными линиями обычного типа является увеличение протяженности трансляционных участков с 50 *км* (для обычных линий) до 300—400 *км* (в тропосферных). Кроме того, тропосферные линии служат незаменимым средством связи при необходимости преодолеть водные пространства, горные и вообще малонаселенные районы.

Теория рассеяния УКВ в тропосфере еще не получила своей окончательной формы. Ученым предстоит большая работа по определению вклада, который вносят в результирующее поле различные способы распространения радиоволн. Только при отчетливом понимании механизма рассеяния радиоволн можно найти новые, более эффективные формы практического применения явления дальнего распространения ультракоротких волн.



КАТАЛИЗ В СИНТЕЗЕ ТВЕРДЫХ ПОЛИМЕРОВ ИЗ ОЛЕФИНОВ

Я. Т. Эйдус

Доктор химических наук

Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского Академии наук СССР (Москва)

★

Катализ, как гомогенный, так и гетерогенный, — мощный метод органического синтеза. Наиболее важные химические реакции, используемые в промышленности, относятся к каталитическим. Гидрирование углей и минеральных масел, гидрогенизация жиров, окисление парафинов, крекинг нефтяных фракций, полимеризация и изомеризация углеводородов и многие другие процессы протекают только в присутствии определенных катализаторов. Катализ применяется и в химии твердых полимеров.

В последнее время особое значение приобрело производство пластических масс, искусственных волокон и других твердых и эластичных материалов из простейших химических соединений, преимущественно нефтяного происхождения. Согласно недавним решениям партии и правительства, эта область должна сыграть выдающуюся роль в дальнейшем развитии химической промышленности в нашей стране. Внимание химиков и технологов сейчас привлечено к каталитической полимеризации газообразных олефиновых углеводородов, этилена и его ближайших гомологов — пропилена и бутилена. Эта отрасль органического синтеза, начало которой было положено еще в XIX в. трудами А. М. Бутлерова, развивалась при деятельном участии таких выдающихся химиков, как Г. Г. Густавсон, И. Л. Кондаков, С. В. Лебедев, Н. Д. Зелинский, Л. Г. Гурвич, С. С. Наметкин, В. Н. Ипатьев и др. Еще недавно основная практическая

цель научных и технических работ по полимеризации низших олефинов заключалась в получении высокооктанового жидкого моторного топлива и высококачественных смазочных масел. На протяжении многих лет изыскивались и разрабатывались эффективные катализаторы полимеризации олефинов. Выявилось, что в этих процессах, приводящих к образованию низкомолекулярных, жидких полимеров, могут участвовать соединения различных классов. Сюда относятся некоторые минеральные кислоты, в особенности фосфорная кислота, сама по себе или нанесенная на твердые пористые носители (кизельгур, кремнезем, глинозем и др.), фтористоводородная и серная кислоты, галоидные соли некоторых элементов, например фтористый бор и его молекулярные соединения с фосфорной кислотой, хлористый цинк, хлористый и бромистый алюминий. Особое значение имеет процесс полимеризации этилена (в присутствии хлористого алюминия при комнатной температуре и давлении до 60 ат.) для производства ценных смазочных масел. Жидкие полимеры олефинов получают и при применении твердых катализаторов, из которых особенно выделяются природные и синтетические алюмосиликаты при полимеризации пропилена и бутилена и окисел никеля на алюмосиликате или окисел кобальта на активированном угле в реакции полимеризации этилена.

В последнее время работы по каталитической полимеризации олефинов практически

направляются в сторону синтеза высокомолекулярных твердых полимеров, представляющих собой по своему характеру пластические массы. Синтез твердых полимеров, из альфа-моноолефинов, т. е. из углеводородов ненасыщенного характера, имеющих в своей молекуле лишь одну двойную связь, причем на конце углеродной цепи, относится к новым разделам синтетической органической химии.

Первые углеводородные полимеры, которые походили на современный твердый полимер этилена, были получены при действии на этан полукоронного электрического разряда (Линд и Глоклер, 1929) и непосредственно из этилена при воздействии на него высокочастотного коронного разряда (Баландин, Эйдуc и Залогин, 1934). В этих работах было показано, что на стенках разрядных трубок образовывались твердые и полутвердые эластичные пленки, труднорастворимые в органических растворителях и устойчивые по отношению к химическим реагентам, за исключением окислителей. Несколько позднее (1936 г.) образование подобных полимеров наблюдалось Макдональдом и Норришем при облучении этилена свечением водородного разряда при давлениях меньше 1 мм рт. ст. Все эти работы имеют в настоящее время лишь исторический интерес, так как только применение каталитических методов позволило разработать способы получения из низших олефинов высокомолекулярных твердых полимеров, имеющие практическое значение.

Первый по времени процесс полимеризации этилена с получением твердых полимеров — полиэтилена — с его внедрением в промышленность, оказался по своему характеру гомогенно-каталитическим (Фосетт и Джибсон, 1933—1939, Динцесс, 1940), требующим применения сверхвысоких давлений. Значительно позднее (1954) стали разрабатывать гетерогенно-каталитические процессы полимеризации этилена и его ближайших гомологов с образованием твердых полимеров, идущие при атмосферном или повышенном давлении.

Полимеризация этилена при сверхвысоких давлениях. Наиболее существенная особенность этого процесса в том, что он протекает при сверхвысоких давлениях, порядка 1500 ат, и повышенной температуре в 190—210°. Однако процесс полимеризации

этилена при сверхвысоких давлениях не имеет чисто термического характера, а скорее относится к разряду гомогенно-каталитических процессов с радикальным механизмом. Инициатором или катализатором здесь прежде всего является элементарный кислород, добавляемый к исходному этилену, который должен обладать высокой степенью чистоты (99,5% O₂) и не содержать примесей ацетилен. Содержание кислорода в этилене влияет на степень конверсии последнего и на величину молекулярного веса получаемого полимера. Оптимальное содержание кислорода — 0,03—0,1%. Помимо кислорода, катализаторами процесса могут быть органические перекисные соединения, например перекиси алкилов и ацилов, гидроперекиси, надкислоты, их соли и эфиры. Могут применяться и неорганические надкислоты и их соли, например персульфаты, а также азотистые органические соединения (окиси аминов, азины). Отмечено каталитическое действие и некоторых металлоорганических соединений (свинца, лития, цинка).

Ввиду того, что полимеризация этилена идет с выделением большого количества тепла (экзотермический процесс), отвод тепла имеет решающее значение. С этим связана необходимость применения разбавителей этилена, в качестве которых могут служить газы крекинга (пропилен, изобутилен, изобутан и др.), и растворителей (бензол, толуол, хлорбензол, бромбензол и др.).

В процессе полимеризации этилена при сверхвысоких давлениях образуется полиэтилен линейного строения с молекулярным весом 6000 и выше. Молекулярный вес полимера увеличивается с уменьшением содержания кислорода в исходном этилене, понижением температуры процесса и повышением давления. При постоянной температуре и постоянном содержании кислорода в этилене повышение давления с 500 до 3000 ат приводит к повышению молекулярного веса полиэтилена с 2000 до 12000—24000.

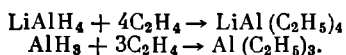
Необходимость применения сверхвысоких давлений для производства полиэтилена несомненно является в техническом и экономическом отношении весьма жестким условием, что вызвало стремление разработать новые пути синтеза полиэтилена, не требующие сверхвысоких давлений. Такой путь был вскоре найден Циглером, разработав

шим со своими сотрудниками процесс полимеризации этилена с применением в качестве катализаторов алюминийорганических соединений.

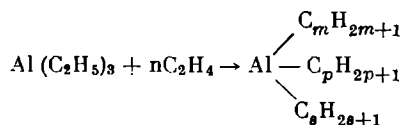
Синтез полиэтилена при помощи алюминийорганических соединений в качестве катализаторов. Еще задолго до открытия этого процесса в патентной литературе отмечалась возможность полимеризации олефинов под действием металлорганических соединений лития, магния или цинка при одновременном присутствии в реакционной зоне гидрирующих катализаторов (соединений металлов VIII группы периодической системы).

Большое значение для разработки синтеза полиэтилена с применением алюминийорганических соединений имели предшествовавшие работы по получению смазочных масел из этилена в присутствии хлористого алюминия. Действительно, во многих работах в этой области для связывания выделяющегося хлористого водорода в реакционную смесь добавляли разные вещества, и в частности порошок металлического алюминия. В этих условиях из этилена, хлористого алюминия и металлического алюминия образовывались смешанные алюминийорганические соединения: этилалюминийдихлорид и диэтилалюминийхлорид. Отмечалось, что в этой системе при добавке еще четыреххлористого титана, наряду со смазочными маслами, получался твердый полимер этилена, который рассматривался как побочный нежелательный продукт.

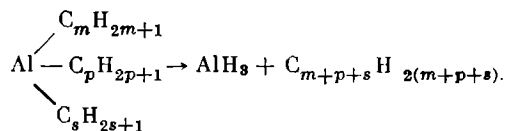
Уже к 1950 г. работы Циглера установили, что α -олефины могут присоединением к алюмогидриду лития или гидриду алюминия образовывать тетраалкиллитийалюминий, и соответственно триалкилалюминий, например:



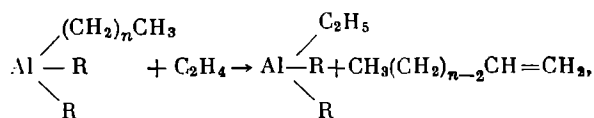
Триалкилалюминий присоединяет α -олефины с образованием более сложных алюминийорганических соединений, имеющих также характер триалкилалюминия:



Последние, в свою очередь, могут разлагаться с образованием полимера; при этом вновь выделяется гидрид алюминия:



С первого взгляда могло казаться, что при помощи алюминийорганических соединений можно получить из этилена полиэтилен с неограниченно большим молекулярным весом. Между тем, молекулярный вес полученного сначала полиэтилена составлял 1000—5000. Причина заключалась в том, что, наряду с реакцией присоединения этилена к триалкилалюминию, описанной выше, могут протекать между этими соединениями реакции обмена при получении полимера меньшего молекулярного веса:



Оказалось, что при этих реакциях, помимо главного катализатора триэтилалюминия, весьма существенную роль играют также добавки активатора, или «сокатализаторы». Так, присутствие в реакционной среде металлического никеля, образовавшегося, например, при восстановлении малых количеств фосфата никеля, содержавшегося в материале автоклава, в ходе процесса привело к получению не высокомолекулярного полимера этилена, а исключительно его димера — бутилена.

Эти факты послужили толчком для длительных исследований роли «сокатализаторов». В результате были найдены весьма эффективные «сокатализаторы», приводящие к образованию высокомолекулярных полимеров. Сюда относятся хлориды циркония, титана, урана и в особенности титана. Четыреххлористый титан самый активный из них.

Процесс Циглера проводится с четыреххлористым титаном, который в токе сухого азота добавляется к тщательно высушенному растворителю (например, дизельному маслу, синтезированному из окиси углерода и водорода по Орлову—Фишеру—Тропшу), содержащему диэтилалюминийхлорид. При этом выпадает коричневый осадок катализатора, представляющего, по-видимому, комплексное соединение, над которым пропускают

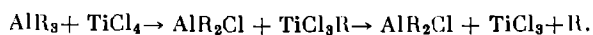
этилен. Реакция полимеризации проводится при комнатной температуре или при 130—180° и атмосферном давлении или под 30—80 ат. Образующий полиэтилен отделяется фильтрованием. Роль четыреххлористого титана весьма велика, что видно хотя бы из такого примера. Один диэтилалюминийхлорид не вызывает полимеризации этилена даже при 100° и 100 ат. Если же добавить несколько сотых процента четыреххлористого титана, полимеризация уже протекает при обычных условиях: комнатной температуре и атмосферном давлении. Катализатора берется всего около 1% от веса полимеризуемого этилена. Молекулярный вес полимера колеблется от 10 000 до нескольких миллионов. Отметим, что реакция с катализатором Циглера была исследована известным итальянским химиком Натта, открывшим возможность синтеза стереоспецифических полимеров, т. е. полимеров с упорядоченной структурой.

Вопрос о составе и химической природе катализатора Циглера и механизме его действия, представляющий исключительно большой научный интерес, привлек к себе внимание исследователей. Однако, несмотря на то, что в этой области выполнено много работ и высказано значительное число гипотез, вопрос до сих пор окончательно не выяснен. Наиболее вероятно образование из алкилалюминия и титанового «сокатализатора» комплексной системы металлорганической природы, обладающей только тогда каталитической активностью в реакции полимеризации олефинов, если в ней атомы металлов связаны друг с другом посредством мостиков из углеродных атомов. Как выясняется, реакция полимеризации олефинов на этом катализаторе имеет характер гетерогенно-каталитического процесса, т. е. протекающего на твердой поверхности, вследствие чего форма и величина последней приобретает первостепенное значение для скорости реакции.

Точный состав катализатора до сих пор еще неизвестен, однако выяснилось, что соотношение алюминийорганического соединения и четыреххлористого титана в системе играет исключительную роль при создании активного катализатора, так как это соотношение определяет валентное состояние титана в катализаторе.

При образовании катализаторной системы происходит восстановление четырехвалент-

ного титана с образованием его низших валентных состояний, причем наибольшая каталитическая активность соответствует средней валентности титана, равной двум. Возможно, что роль восстановителя титана играет алкилалюминиевое соединение, которое вступает во взаимодействие с четыреххлористым титаном с образованием алкилтитанов. Последние могут легко разлагаться, давая соединение титана с низшей валентностью и свободный радикал алкила или его ион, например:



При полимеризации молекула олефина вступает в катализаторную систему, занимая место между атомом металла (алюминия или титана) и связанным с ним алкилом; однако до сих пор точно не установлено, имеет ли этот процесс ионный или свободно-радикальный механизм.

Синтез полиэтилена над окисными гетерогенными катализаторами. Один из недостатков полимеризации этилена с применением алюминийорганических соединений в качестве катализатора и четыреххлористого титана в качестве активатора — это невозможность их регенерации. В этом отношении выгодно отличаются открытые совсем недавно гетерогенные катализаторы полимеризации олефинов с образованием высокомолекулярных полимеров. Эти катализаторы были открыты случайно при исследовании алкилирования ароматических углеводородов в жидкой фазе в присутствии катализатора — кобальт на угле. Оказалось, что реакция алкилирования не идет и вместо алкилатов образуется лишь в небольших количествах полиэтилен. Это привело к исследованию металлов и их окислов, нанесенных на разные носители в качестве катализаторов полимеризации. Было найдено, что некоторые окислы активны в этой реакции, причем существенное значение имеет степень их восстановления и природа носителя, а также применение промотора¹. Такими окислами оказались окислы некоторых металлов пятой группы (ванадия), восьмой группы (никеля и

¹ Промотор — ускоритель, который сам по себе мало активен в данной каталитической реакции, но его добавление усиливает действие катализатора.

кобальта) и в особенности шестой группы периодической системы. Из последних особенно выделяются окислы хрома (применяются в процессе Филипс-Петролеум) и молибдена (в процессе Стандарт Ойл, Индиана).

Эти гетерогенные катализаторы процессов полимеризации этилена в полиэтилен отличаются рядом характерных особенностей, свойственных им всем.

Первая их особенность — необходимость применения носителя. Для окисла хрома могут быть взяты в качестве носителя гамма-окись алюминия, кремнезем, двуокиси титана и циркония; однако наилучшим носителем является алюмосиликат, например синтетический алюмосиликатный катализатор крекинг-процесса с отношением кремнезема к глинозему 90 : 10. Могут применяться алюмосиликаты и с другим соотношением составных частей, поскольку это соотношение не имеет существенного значения для протекания полимеризации. Система катализатора окисел хрома — алюмосиликат известна под названием системы Марлекс. В качестве носителя для окисла хрома можно использовать также окись алюминия, обработанную фтористоводородной кислотой. Содержание окисла хрома в хромовых катализаторах обычно составляет 2—3%.

Для катализатора — трехокиси молибдена — носителем является активированная окись алюминия, а для закиси никеля — активированный уголь, причем из углей наилучшим оказался уголь скорлупы кокосового ореха. Величина поверхности и структура угля, по-видимому, не имеет значения для протекания процесса. Оптимальное содержание молибдена и никеля в катализаторах в расчете на окислы составляет 8 и 5% соответственно. Чаще всего эти катализаторы готовятся методом пропитки, хотя иногда применяют и метод соосаждения. Никелевый катализатор всегда пропиточный.

Вторая характерная особенность гетерогенных окисных катализаторов высокомолекулярной полимеризации α -олефинов заключается в том, что ни окисел, соответствующий высшей степени окисления металла, ни полностью восстановленный металл не обладают каталитической активностью в этой реакции. Поэтому приходится исходный окисел частично восстанавливать водородом. Трехокись хрома и трехокись молибдена частично восстанавливают водородом при тем-

пературе 430—450°, при атмосферном или слегка повышенном давлении, например в 5 ат. Небольшое повышение давления при восстановлении катализатора способствует ускорению этого процесса. Закись никеля восстанавливается водородом при температуре 200—260°.

Необходимо отметить, что положительное влияние на работу катализатора оказывает дополнительное его восстановление такими агентами, как щелочные металлы, гидриды, боргидриды и алюмогидриды щелочных и щелочноземельных металлов, а также карбиды щелочноземельных металлов.

Следующая особенность рассматриваемых катализаторов — их исключительная чувствительность к каталитическим ядам. Такими в данном случае будут элементарный кислород, вода, сернистые соединения и в меньшей степени окись углерода. Поэтому требуется исключительная чистота исходного этилена или вообще олефина. Поскольку кислород и влага могут содержаться и в катализаторе и в его носителе, всю катализаторную систему приходится нагревать или прокаливать до довольно высокой температуры, например, в случае трехокиси молибдена, до 500—600°. Такое нагревание иногда рассматривается как процесс активации катализатора. Никелевый катализатор нагревают до 260°, причем происходит образование закиси никеля при разложении исходного нитрата никеля, который обычно применяется для приготовления этого катализатора. Само собой разумеется, что от сернистых соединений, кислорода и влаги должны быть очищены и те растворители (дизельное масло, бензол, толуол, ксилол), в среде которых идет полимеризация, для чего применяют ректификацию, сушку и другие методы очистки.

Чрезвычайно важная особенность гетерогенных катализаторов высокомолекулярной полимеризации — их способность к промотированию. В качестве промоторов применяются указанные выше восстановители: металлы и гидриды, боргидриды и алюмогидриды металлов натрия, лития, кальция и др. Промотор добавляется к катализатору после его восстановления. Промотирующим добавкам приписываются три функции: восстановительная, связывание или разложение каталитических ядов и непосредственное промотирование. Не только первые две функ-

ции, но и третья, промотирование, доказаны экспериментально. Из приведенных выше веществ особенно эффективными промоторами являются металлический натрий, гидрид кальция и алюмогидрид лития. В качестве примера можно привести действие промотора, содержание которого не превышает нескольких сотых процента, на молибденовый катализатор, приводящее к повышению выхода полимера в 200 раз (до 180 г на 1 г катализатора).

Рассматриваемые здесь гетерогенные катализаторы выгодно отличаются тем, что они могут быть активированы после некоторого рабочего цикла и регенерированы после длительной работы. Это производится путем обработки водородом или соответственно воздухом при повышенной температуре. Сначала может быть проведена обработка воздухом, а затем и водородом. Непромоторованный хромовый катализатор обрабатывается воздухом при 480° при объемной скорости 100 час.⁻¹ в течение 5 час. Повышение температуры активации приводит к снижению молекулярного веса получаемого полимера. Молибденовый катализатор активируется водородом при 430—450°.

Процесс полимеризации проводится двояким путем. Во-первых, с покоящимся катализатором в проточной системе в паровой фазе с углеводородным растворителем, в котором предварительно растворяют этилен. Раствор, содержащий 2—4% этилена, пропускают над катализатором. Во-вторых, в автоклаве с катализатором, суспендированным в растворителе (толуоле или ксилоле). Полимеризация этилена протекает на хромовом катализаторе при 150—180° и 30—40 ат; на молибденовом при 200° и 20—65 ат и на никелевом при 100—150° и 65—70 ат. Молекулярный вес полимера растет с понижением температуры реакции, повышением концентрации этилена и повышением давления. Например, при прочих равных условиях при 110 и 170° молекулярный вес может различаться в четыре раза (100000 и 25000). Однако слишком сильное понижение температуры реакции или повышение концентрации этилена может привести к быстрой дезактивации катализатора. При применении в качестве носителя для хромового катализатора окиси алюминия, обработанной фтористо-

водородной кислотой, получают более высокомолекулярные полимеры, чем на том же катализаторе с алюмосиликатным носителем.

При полимеризации этилена на хромово-алюмосиликатном катализаторе получают полимеры с прямыми, неразветвленными углеводородными цепями. Сополимеры этилена с пропиленом или бутеном-1 содержат боковые цепи, число которых на молекулу и число углеродных атомов в которых зависят от компонентов реакции. Катализатор активен и в реакциях полимеризации других α -олефинов. Так, бутен-1, пентен-1 и гексен-1 превращаются в разветвленные полимеры, характер которых разнообразен — от вязких жидкостей до липких полужидких веществ. Углеводород 4-метилпентен-1 дает твердый, но хрупкий полимер, а 3-метилпентен-1 — малое количество низкомолекулярных полимеров, преимущественно димер и тример. Диолефины (бутадиен и изопрен) также полимеризуются на хромовом катализаторе, давая хрупкие рогоподобные твердые полимеры.

С повышением молекулярного веса исходного олефина понижается степень его превращения. Так, при прочих равных условиях конверсия этилена составляет 100, пропилена — 90, бутена-1 — 75 и гексена-1 — 50%. Увеличивается и жидкая часть полимерного продукта и уменьшается твердость твердого полимера.

Полиэтилен и полипропилен обладают весьма ценными свойствами: малый удельный вес, упругость и гибкость при обычной температуре, прозрачность в тонких слоях, большой процент кристалличности, высокая температура плавления, морозостойкость, химическая инертность и нерастворимость в обычных растворителях в обычных условиях, водостойкость и водо- и газонепроницаемость, относительно высокая прочность на разрыв, прекрасные диэлектрические свойства и т. д.¹

Процессы образования полиолефинов и их свойства широко исследуются во многих странах, в том числе и в СССР (акад. А. В. Топчиев, Б. А. Кренцель и др.). Немалое место занимают исследования новых катализаторов полимеризации.

¹ См. «Природа», 1956, № 10, стр. 14; 1957, № 10, стр. 81.

СОЛЕЛЮБИВЫЕ БАКТЕРИИ

Профессор Л. И. Рубенчик
Член-корреспондент Академии наук СССР
Институт микробиологии Академии наук СССР (Киев)



В природе существуют бактерии, обитающие в местах, где содержатся значительные или даже высокие концентрации хлористого натрия и других солей, оказывающих на бактериальную микрофлору разностороннее действие. В результате создаются чрезвычайно своеобразные в экологическом отношении группы бактерий, представляющие большой биологический интерес.

В отношении солей бактерии можно делить на эвригалинные, т. е. способные проявлять жизнедеятельность как при низких, так и при высоких концентрациях, и стеногалинные, развивающиеся только в узких пределах концентрации солей. Честь открытия группы солелюбивых (галофильных) бактерий принадлежит Е. М. Брусиловскому. Изучая микрофлору воды и лечебной грязи одесских лиманов, он обнаружил в 1892 г. подвижную, не образующую спор, факультативно анаэробную бактерию, которую назвал «оранжевой палочкой». Наиболее благоприятные условия для размножения создавались при добавлении к питательной среде от 2 до 5 % NaCl. Это была, таким образом, факультативно солелюбивая бактерия. Первую облигатно галофильную бактерию выделил Ле Дантек из соленой рыбы (1966). Солелюбивыми бактериями заинтересовались ученые и практики различных стран. Было установлено, что эти бактерии широко распространены в природе; они встречаются в лиманах и других соляных водоемах, в морях (в том числе и

в наиболее богатом солями Мертвом море), в минеральных источниках, в засоленных почвах и т. д.

Для выделения и выращивания солелюбивых бактерий были предложены и применены различные питательные среды. Некоторые из этих бактерий нуждаются в средах сложного состава, другие удовлетворяются сравнительно простыми источниками углерода, азота и других необходимых элементов.

Добавление значительных количеств NaCl позволяет создавать избирательные условия, в результате чего на средах вырастают либо солелюбивые, либо солеустойчивые несолелюбивые виды. Последующее изучение отношения чистых культур к различным концентрациям соли позволяет отличать одни от других.

По своему клеточному строению и морфологии галофилы не отличаются от других бактерий, но у некоторых видов высокие концентрации NaCl вызывают изменения величины и формы клеток. У *Halobacterium halobium* в клетках содержатся газовые вакуоли, некоторые же солелюбивые бактерии образуют слизь, содержащую много дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

Галофильная микрофлора имеет своих представителей среди различных физиологических групп бактерий. Они проявляют разностороннюю физиологическую активность: разлагают белки с образованием аммиака, окисляют аммиачные соли, восстанавливают нитраты, усваивают свободный

азот атмосферы, вызывают гидролиз мочевины и разложение хитина и целлюлозы, сбраживают сахара, восстанавливают сульфаты до сероводорода, окисляют сероводород и гипосульфит, вызывают свечение. Обмен веществ у солелюбивых бактерий еще мало изучен.

Вопрос о происхождении солелюбивой микрофлоры тесно связан с проблемой изменчивости микроорганизмов. В литературе известны лишь единичные примеры (и те вызывающие сомнение), когда бактерии, обычно живущие в среде с незначительным содержанием солей, оказывались способными продолжать жизнедеятельность сразу же после перенесения их в условия высокой солености. Зато многочисленные данные показывают, что путем постепенного приспособления к повышающейся концентрации NaCl и других солей можно повысить солевой максимум у различных бактерий.

Степень солевой адаптации зависит от свойств бактерий и от условий внешней среды. Сравнительно легко у некоторых несолеустойчивых бактерий можно получить солеустойчивые разновидности и формы. Труднее в условиях эксперимента наблюдать образование галофильных форм, но у некоторых бактерий такие изменения свойств могут быть достигнуты. Так, например, из ила сточных вод был выделен ряд сульфатвосстанавливающих бактерий, относящихся к *Sporovibrio desulfuricans*. Эти бактерии, после их получения в чистой культуре, размножались и образовывали сероводород при концентрациях NaCl не выше 3—4%. В результате пересевов на среды с возрастающим содержанием этой соли удалось повысить солевой максимум до 6—8%. При этом одна из взятых бактерий стала наиболее энергично размножаться и наиболее активно восстанавливать сульфаты при 3% соли, т. е. превратилась в галофила. Путем постепенной адаптации удалось изменить отношение к солям некоторых морских солелюбивых бактерий.

Для решения вопроса о происхождении солелюбивых бактерий важное значение имеют наблюдения в природе. В этом отношении большой интерес представляют соляные водоемы, гидрологический режим которых подвержен резким изменениям. К таким водоемам принадлежат одесские лиманы. Бывают периоды, когда происходит резкое

их опреснение, затем наступают годы, когда соленость воды чрезвычайно повышается. Наблюдения показали, что при уменьшении солености воды снижается солевой оптимум и солевой минимум бактерий. Так, например, сульфатвосстанавливающие бактерии хотя и остаются галофилами, но степень их галофилии уменьшается. Обязатно галофильные нитрифицирующие и тионовокислые бактерии становятся факультативно галофильными, причем имеет место снижение их солевого оптимума и солевого минимума. С другой стороны, обнаружено превращение несолелюбивых гнилостных, денитрифицирующих и разлагающих мочевины бактерий озера Гопри (недалеко от Херсона) в галофильные формы при повышении солености его воды.

Эти и другие данные говорят о том, что солелюбивые бактерии соляных озер и лиманов произошли из несолелюбивых форм. Заносимые в такие водоемы бактерии проявляют неодинаковую приспособленность. Некоторые из них отмирают; другие постепенно становятся солеустойчивыми; у третьих изменчивость идет дальше, и они превращаются в факультативные и облигатные галофилы.

Выше указано, что в основу разделения солелюбивых бактерий на факультативные и облигатные положено их отношение к NaCl. Однако это не означает, что содержание в среде NaCl в определенных концентрациях — обязательное условие жизнедеятельности всех галофилов: в культурах некоторых галофильных бактерий эта соль может быть заменена другими солями. В то же время, есть солелюбивые бактерии, в культурах которых NaCl — незаменимая соль.

В отношении своего солевого состава вода морей и соляных озер, а также обычно применяемые в микробиологии питательные среды представляют собой физиологически уравновешенные растворы. Благодаря антагонизму ионов, в них взаимно уничтожается токсическое действие отдельных солей. Когда при выращивании солелюбивых бактерий в среду вносится значительная концентрация одной соли (обычно NaCl), физиологическая уравновешенность среды оказывается нарушенной. Это обстоятельство не мешает, однако, развитию галофилов, а для облигатно-галофильных форм является даже необходимым условием. Так обстоит дело до определенной концентрации соли

(солевого оптимума). При дальнейшем повышении содержания она начинает оказывать неблагоприятное действие, которое все усиливается, пока не достигается солевой максимум, после чего развитие галофилов обычно прекращается.

Вопрос о природе галофилии очень сложен в связи с тем, что NaCl способен оказывать на организм как прямое, так и косвенное действие. Характерной особенностью соелюбивых бактерий можно считать благоприятное влияние на них физиологической неуравновешенности среды. В результате приспособления у этих бактерий, быть может, выработалась способность своеобразно реагировать на одностороннее действие NaCl (или другой соли), которое превратилось у них в стимулирующий фактор.

Некоторые авторы выдвигают на первый план осмотическое действие солей. Находясь в среде с высокой концентрацией NaCl, клетки бактерий испытывают значительное осмотическое давление. У некоторых несолеустойчивых бактерий это приводит к плазмолизу; у других плазмолиз не наступает, так как протопласт у них сросся с клеточной оболочкой. В том и другом случае бактерии оказываются в условиях «физиологической засухи», не могут поглощать воду из внешней среды, что приводит к их гибели.

Солеустойчивые бактерии могут проявлять жизнедеятельность даже тогда, когда их биокolloиды сильно обезвожены. У соелюбивых же бактерий такое состояние биокolloидов, возможно, становится нормальным или даже необходимым. При таком объяснении природы галофилии приходится допустить, что клетка галофильных бактерий непроницаема для NaCl. Было сделано два предположения: 1) периферический слой протоплазмы галофилов состоит из липидов и обладает свойствами гидрофобных кolloидов и 2) в клетке этих бактерий есть какой-то энергетический механизм, препятствующий диффузии соли внутрь клетки или даже позволяющий ионам диффундировать против осмотического градиента.

Что касается первого предположения, то оно не получило подтверждения. Для проверки второго предположения было испытано (в опытах с *Micrococcus halodenitrificans*) применение веществ, угнетающих некоторые ферменты. На основании полученного ре-

зультата авторы (Робинзон, Джибонс и Тейчер, 1952) склоняются к мысли, что в состав энергетического механизма входит окислительная ферментная система цитохром—цитохромоксидаза, а также коферменты. Однако в этом направлении необходимо дальнейшее исследование с различными галофилами.

Положение о дегидратированном состоянии кolloидов галофилов пока носит гипотетический характер. Попытка выращивать эти бактерии в отсутствие NaCl на подсушенной питательной среде с низким содержанием воды не увенчалась успехом. По-видимому, осмотический фактор имеет определенное значение в жизни соелюбивых бактерий, все же свести галофилию только к физическому действию растворов NaCl нельзя.

Точные сведения о количественном распределении NaCl вне и внутри клеток галофильных бактерий отсутствуют. Лишь некоторые косвенные соображения говорят о том, что внутриклеточное содержание этой соли у них ниже, чем в окружающей среде. Так, при изучении некоторых ферментных систем, извлеченных из клеток галофилов, обнаружилось, что наибольшая активность ферментов наблюдается при концентрациях NaCl, значительно меньше оптимальных концентраций для роста соответствующих бактерий.

Было высказано предположение (Ингрэм, 1947), что в основе галофилии лежит устойчивость белков (в частности, ферментных белков соелюбивых бактерий) к высаливанию. Однако внутри клеток этих бактерий, по-видимому, содержится меньше соли, чем в наружном растворе. Поэтому речь вообще может идти только о частичном высаливании белков. В этой связи большой интерес представляют наблюдения Ямада и др. (1953, 1954), которые обнаружили в клетках одной и той же галофильной бактерии ферменты, проявляющие неодинаковое отношение к NaCl. В то время как дегидрогеназа, окисляющая глюкозу, и фосфомоноэстераза были галофильны, дегидрогеназа муравьиной кислоты, каталаза и протеиназа оказались не галофильными. Фактор высаливания имеет значение, но вряд ли можно специфику галофилии поставить в прямую связь только с действием этого фактора. Приведенный обзор показывает, что природа галофилии остается недостаточно выясненной.

Галофилы играют существенную роль

в соляных водоемах, на дне которых залегают черная лечебная грязь, широко применяемая в бальнеологии. В результате жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих бактерий образуются большие количества сероводорода; взаимодействуя с солями железа, он превращается в коллоидальный гидрат сернистого железа. Это соединение — обязательная составная часть лечебной грязи. Целлюлозные бактерии соляных озер и лиманов, разлагая целлюлозу, образуют вещества, которые служат источником энергии для сульфатвосстанавливающих бактерий. Деятельность тионовокислых бактерий имеет значение в превращениях серы и в окислительных процессах в этих водоемах. Гнилостные бактерии образуют аммиак, который входит в состав грязи. Часть аммиака подвергается окислению нитрифицирующими бактериями, а денитрифицирующие бактерии частично восстанавливают нитраты и нитриты до газообразного азота. Таким образом, солелюбивые бактерии совместно с солеустойчивыми негалофилами участвуют в определенных этапах круговорота веществ и в генезисе целебной грязи в соляных водоемах.

После бальнеологического использования грязь обычно подвергается регенерации и тогда она снова становится пригодной для лечения больных. В регенерационных бассейнах отработанная грязь подвергается воздействию микроорганизмов, в том числе галофильных бактерий. Этим бактериям принадлежит также важная роль в искусственном образовании лечебной грязи, осуществляемом путем применения специальной микробиологической методики.

В некоторых озерах, богатых поваренной солью, вода бывает в определенные пе-

риоды окрашена в различные оттенки розового цвета. Выпадающая в этих водоемах самосадочная соль также имеет розовую окраску. Порозовение воды и соли связано с массовым размножением облигатно галофильных микроорганизмов, образующих розовый пигмент, — водоросли *Dunaliella salina* Teodoresco и некоторых бактерий. Наблюдения над образованием розовой соли в условиях Куяльницкого лимана показали, что клетки *Sarcina* sp. могут становиться центрами кристаллизации. В результате образуются правильные кубики поваренной соли, внутри которых заключены бактерии. Через некоторое время розовая соль обесцвечивается, но содержащиеся в ней галофильные бактерии могут выживать.

Вопрос о галофилии бактерий имеет и практическое значение. Поваренная соль применяется в пищевой промышленности как консервирующее вещество. Однако находящиеся в ней галофилы представляют потенциальную опасность. Они не обладают патогенными свойствами, но в определенных условиях могут вызывать нежелательные изменения продуктов. В советской и иностранной литературе есть много работ, посвященных таким «болезням», как появление розовых налетов на соленой рыбе, беконе, засоленных кишках, солонине. Описаны случаи, когда под действием галофильной микрофлоры имели место гистологические изменения хранившегося в засоленном состоянии кожсырья. Для предохранения продуктов было предложено стерилизовать поваренную соль или добавлять некоторые антисептики, подавляющие развитие галофилов.

Солелюбивые бактерии, их коллоидная химия, биохимия, физиология и экология заслуживают дальнейшего изучения.



СЕМИЛЕТКА И ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК В ГРУЗИИ

Академик Н. И. Мусхелишвили
Президент Академии наук Грузинской ССР (Тбилиси)



Поразившие мир грандиозные победы советской науки — закономерный результат неустанной заботы Коммунистической партии и Советской власти о всемерном развитии научных исследований во всей стране, о воспитании кадров талантливых ученых в каждой союзной республике. Вклад национальных ученых в сокровищницу советской науки все более возрастает, с каждым годом в наших республиках растет число научных учреждений, ширятся масштабы исследований. Одним из ярких примеров в этом отношении может служить развитие научной мысли в Советской Грузии.

Центр научной деятельности в республике — Академия наук Грузинской ССР совсем недавно закончила составление плана развития основных направлений научных исследований на 1959—1965 годы. Изложение этого плана, хотя бы в самых общих чертах, потребовало бы слишком много места. Но о масштабах этого плана может дать некоторое представление то, что в течение семилетки он предусматривает исследования по 81 научному направлению, объединяющие 222 проблемы. При составлении этого плана мы старались максимально учесть требования, вытекающие из контрольных цифр, определяющих дальнейшее развитие народного хозяйства, науки и культуры в нашей стране в ближайшее семилетие.

Цель настоящей статьи — коротко рассказать о перспективах развития некоторых направлений математических и естественных

наук в Советской Грузии за семилетний период.

Начну с той области науки, которая является одной из самых молодых в нашей республике и вообще в современной науке, что не мешает ей быть одной из наиболее важных и перспективных. Речь идет о вычислительной математике, успехи которой, как это отмечено в тезисах доклада Н. С. Хрущева, имеют непосредственную связь с развитием автоматики. При нашей Академии несколько лет тому назад создан Вычислительный центр первой категории, который не только производит вычисления, но и работает над теоретическими проблемами приближенных вычислений и программирования. В ближайшее время этот Центр получит находящиеся в процессе изготовления мощные современные вычислительные машины, и тогда он будет с успехом обслуживать крупнейшие учреждения Советского Союза.

Весьма существенная исследовательская работа над созданием нового типа вычислительных машин ведется и в других учреждениях Академии наук Грузинской ССР: в Институте физики и недавно созданном Институте электроники, автоматики и телемеханики. Есть основание ожидать, что по ряду таких исследований мы займем одно из ведущих мест в Советском Союзе.

Большое теоретическое и практическое значение для развития многих отраслей науки и практики имеет ряд других областей математики. Разработанные грузин-

скими математиками методы для решения задач математической теории упругости получили широкое распространение как в Советском Союзе, так и за границей. В семилетний период намечено дальнейшее развитие этого направления — вопросов теории упругости анизотропного тела и теории оболочек; результаты этих исследований, несомненно, могут иметь важное значение для техники.

Всестороннее изучение граничных задач теории функций комплексного переменного и создание стройной теории сингулярных интегральных уравнений было проведено в основном советскими математиками, и большая заслуга в этом принадлежит математикам Грузии. Эти исследования продолжают, и полученные результаты можно будет применить для решения ряда задач, в частности, в области теории упругости.

Немало сделано грузинскими математиками в разработке эффективных методов численного решения дифференциальных и интегральных уравнений. Намеченное в предстоящем семилетии дальнейшее развитие этих работ, увязанное с вопросами машинной математики, может оказать большое влияние на практику.

Важные результаты достигнуты нашими математиками и механиками в теории чисел, топологии, геометрии, теории функций действительного переменного, гидромеханике и других областях. Ближайшей целью является расширение исследований по этим направлениям.



В лаборатории вычислительного центра Академии наук Грузинской ССР

На современном этапе физическим наукам принадлежит ведущая роль в естествознании. От успешного развития этих наук зависит движение вперед смежных областей знания. Как известно, дальнейшие перспективы технического прогресса определяются в настоящее время прежде всего достижениями основных направлений физической науки. По всем этим направлениям у нас в республике разворачивается весьма интенсивная работа.

Исследования космических лучей в Институте физики Академии наук Грузии ведутся почти десять лет. Нашими физиками уже получены весьма интересные результаты в этой области. В предстоящем семилетии эти исследования получат дальнейшее широкое развитие. В текущем году завершается строительство высокогорной станции, где будет установлен тысячетонный электромагнит, который даст возможность исследовать в сто раз более энергичные частицы, чем это возможно осуществить на самом мощном современном ускорителе. Ключевая цель этих исследований — выяснение структуры так называемых «элементарных» частиц.

В ближайшие месяцы в Грузии вступит в строй атомный реактор, который позволит широко развернуть экспериментальные работы в области ядерной физики. Этот реактор будет использован также для ряда исследований в других областях знания — в химии, биологии, медицине и др. Реактор будет снабжать короткоживущими радиоактивными изотопами научные учреждения не только Грузии, но и Армении и Азербайджана.

Хорошо известно огромное значение, которое приобрели за последнее время полупроводники. И в этом направлении у нас в республике налажена довольно интенсивная работа, однако пока что она не развернута в таких масштабах, как было бы желательно. В предстоящем семилетии будут осуществлены большие мероприятия для обеспечения надлежащего успеха в этом деле.

Намечено дальнейшее форсирование исследований по физике твердого тела. Будут изучены технически важные материалы, применяемые в современной ядерной технике, вопросы теории пластичности и прочности и др.

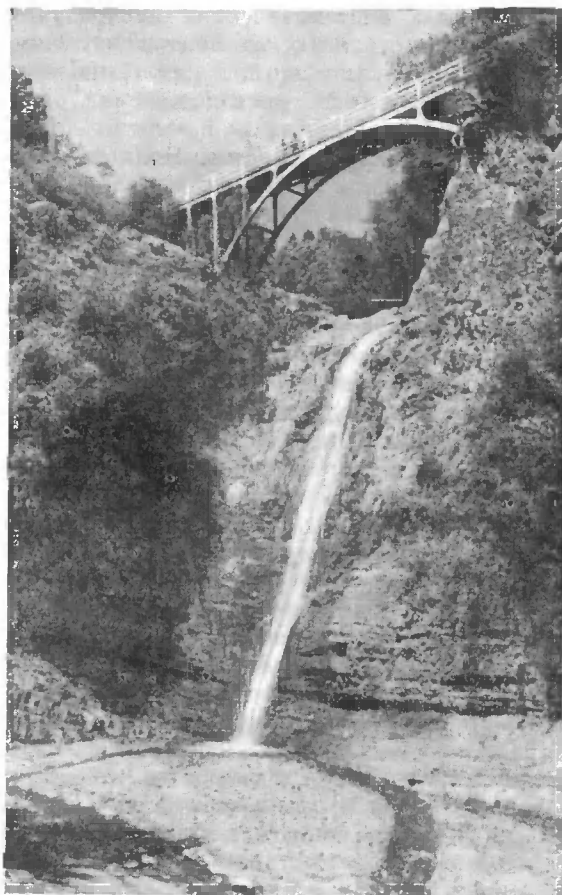
По физике низких температур у нас будут разрабатываться проблемы сверхтеку-

чести, сверхпроводимости и магнитных свойств веществ при низких температурах. В результате этих работ будут созданы элементы кибернетических систем.

В семилетний период дальнейшее развитие получит в Грузии геофизическая наука. Интенсивно будут изучаться геофизические поля с целью выявления закономерностей их развития, что тесно увязывается с разработкой и совершенствованием геофизических методов разведки полезных ископаемых. В этом отношении важное значение имеет исследование закономерностей геофизической характеристики основных структурных элементов земной коры и главных типов полезных ископаемых, а также исследование глубинного строения земной коры. Большие работы намечены в области сейсмологии, а именно, по изучению активности сейсмических зон Кавказа, энергетического режима землетрясений, вопросов сейсмического районирования и т. д.

Из геофизических работ, имеющих большое народнохозяйственное значение, следует отметить успешные опыты по изысканию методов воздействия на кучевые облака с целью предотвращения выпадения града, наносящего громадный ущерб сельскому хозяйству, особенно виноградарству. Эти работы проводятся в широких масштабах, с применением новейшей, весьма совершенной техники.

В предстоящем семилетии интенсивные исследовательские работы будут проведены в области астрономии, в частности, по проблемам астрофизики. Большое внимание будет уделено изучению строения Галактики. Намечено исследование межзвездного поглощения и физических характеристик межзвездного вещества, изучение спектров слабых звезд, исследование переменных и нестационарных звезд и планетарных туманностей и т. д. Будет продолжена разработка проблем физики Солнца с целью накопления систематических данных о солнечной активности, вскрытия новых закономерностей в развитии вспышек и их связи с другими агентами солнечной деятельности, пополнения наших знаний о физической природе процессов, протекающих на Солнце, и об их воздействии на земную атмосферу. Продолжаются исследования физического строения тел планетной системы, верхних слоев атмосферы и в области радиоастрономии.



В центральном ботаническом саду Академии наук Грузинской ССР (Тбилиси)

Огромное значение для дальнейшего мощного развития экономики нашей республики имеют работы грузинских геологов. Работы эти как теоретического, так и практического характера широко известны. В семилетку наши ученые-геологи будут форсированными темпами изучать закономерности размещения главнейших полезных ископаемых в земной коре. Наши ученые примут активное участие в разведке месторождений нефти и естественного газа на территории нашей республики; исследования, проведенные за предшествующий период, дают основание считать эти разведки весьма перспективными. Не меньшее внимание будет уделено разведке металлических и неметаллических месторождений. Предусмотрено также проведение

специальных систематических исследований редких и рассеянных элементов в полиметаллических, свинцово-цинковых, колчедановых и баритовых месторождениях.

Широкие исследования намечены по геохронологии и стратиграфии. Большие работы запланированы по изучению закономерностей образования и распределения горных пород. Предусмотрено завершение многотомной обобщающей монографии «Геология Грузии». Разработке важных вопросов гидрогеологических и инженерно-геологических проблем будет в значительной мере содействовать недавно созданная в республике на правах института специальная лаборатория.

В семилетний период дальнейшее развитие получит географическая наука. Основное место займут региональные комплексные географические исследования, в частности по геоморфологии, палеогеографии, гляциологии и четвертичным отложениям, карстологии, климатологии, гидрологии и ботанической географии Грузии. В результате экономико-географических исследований будут выдвинуты предложения по дальнейшему хозяйственному развитию районов Грузии, по лучшему размещению промышленности и сельского хозяйства. Намечено завершение физико-географического (ландшафтного) и экономико-географического районирования территории республики.

Перед учеными-химиками в предстоящем семилетии открываются большие перспективы как в области теории, так и в области практики, в первую очередь по использованию местного, нередко уникального сырья. К такому сырью принадлежит, например, рабдописит (игольчатая смола), содержащийся в больших количествах, иногда до 40%, в ткибульском угле. Пластмассы, изготовляемые из этого материала, обладают кислотой и щелочеустойчивостью, высокими электроизоляционными свойствами и др. Кроме того, эти материалы в 5 раз дешевле, чем широко применяемые ныне черные пластмассы, не говоря уже о цветных. Работа над усовершенствованием этих синтетических материалов успешно продолжается.

Большое внимание будет уделено разработке научных основ получения мономеров и высокомолекулярных соединений, использованию более доступных видов сырья и созданию новых видов высококачественных волокнистых материалов.

Интенсивные работы проводятся по изучению каталитических и адсорбционных процессов, а также по химии нефти, по вопросам применения изотопов и излучений в химических исследованиях. Намечено широкое изучение сырьевых ресурсов редких элементов Грузии и разработка методов их извлечения. Будут получены и изучены новые комплексные соединения кобальта, никеля и других элементов, которые могут найти применение в химии и медицине.

Чрезвычайно важно в условиях нашей республики интенсивно развивать исследования новой технологии производства металлургического топлива из слабоспекающихся углей и разработку научных основ его качества; эта проблема диктуется растущей потребностью в металлургическом коксе и ограниченностью количества коксующихся углей в Грузии. Широко развернутся работы по электрохимическому получению и изучению марганца, марганцевых сплавов и соединений, по получению новых видов минеральных удобрений и марганцевых концентратов путем химической переработки бедных руд марганца, по гидроэлектростанционной переработке местных руд с целью получения цветных металлов и т. д.

За годы семилетки все более и более важное место в комплексном изучении и освоении природных богатств республики займут научные исследования по энергетике, металлургии и горному делу.

В предстоящем семилетии в Грузии большое развитие получат биологические науки.

Ведущиеся у нас в республике в течение десятилетий физиологические исследования по основным проблемам развития жизнедеятельности человека и животных будут развернуты в еще более широких масштабах. В плане наших ученых — изучение механизма деятельности центральной нервной системы, морфо-физиологические исследования мозга и его влияния на функциональное состояние тканей.

Зоологические исследования развернутся в области морфологического изучения процессов формирования в онтогенезе животных. Полученные конкретные данные лягут в основу разработки мер по увеличению численности полезных животных, а также по рациональной борьбе с вредителями.

Для развития народного хозяйства на-

шей республики большое значение имеют научно-исследовательские работы по комплексному освоению природных ресурсов (почв, растительности, животного мира). В области ботаники более интенсивным станет изучение состава и генезиса флоры Грузии, истории развития растительного покрова, его типологического состава, истории происхождения и формообразования культурных растений. Цель всех этих многообразных исследований — не только разработка теоретических проблем биологии, но и внедрение в народное хозяйство наиболее ценных представителей флоры Грузии; продолжены будут работы по интродукции иностранных растений.

Важные исследования намечены по разработке проблем фотосинтеза, питания и развития растений с целью добиться развития растительного организма в желательном направлении для дальнейшего повышения урожайности.

Крупные работы по лесоведению увязываются с задачами рационализации лесного хозяйства. В частности, будут изучаться особенности горных лесов Грузии в целях обоснования ведения хозяйства в них, а также разрабатываться научные основы искусственного воспроизводства леса для изыскания наиболее эффективных способов облесения некоторых районов республики.

В области биофизики и биохимии на семилетний период в республике намечено проведение обширных работ, которые должны принести крупные теоретические и практические результаты не только в республиканском, но и в общесоюзном масштабе.

Наша задача — способствовать всемерному развитию научной мысли в разрешении проблем физических, химических и структурных основ жизненных явлений, в первую очередь по исследованию биохимии мышечной и нервной деятельности, а также основных закономерностей биологического действия ионизирующих излучений на нервную

и мышечную систему. Результаты этих исследований будут иметь практическое значение для медицины.

Повышается значение палеонтологических исследований в нашей республике. Усилия наших ученых будут сосредоточены на изучении эволюции органических форм, условий, факторов и закономерностей этого процесса. Разрабатывая, с одной стороны, теоретические основы палеобиологии и способствуя этим повышению уровня биологической науки в целом, советские палеонтологи вместе с тем, детализируя и уточняя стратиграфическое расчленение толщ и их параллелизацию, помогут выяснить условия образования важных месторождений полезных ископаемых и облегчат поиск и разведку их, особенно нефти, газа и угля и многих руд на территории Грузии.

В семилетний период широкий размах получит в Грузии научно-исследовательская работа в области медицинских наук, а именно, кардиологии, гематологии, хирургии, неврологии, морфологии и др. Разработка проблем, намеченных в этой области, будет осуществляться в социально-гигиеническом аспекте и, в основном, посредством клинико-экспериментальных и экспериментально-морфологических исследований.

Таковы в самом кратком изложении основные проблемы математических и естественных наук, которые будут стоять в центре внимания ученых Советской Грузии. В осуществлении семилетнего плана развития народного хозяйства нашей страны наука играет видную роль. Славный коллектив советских ученых сделает все возможное, чтобы своим участием способствовать успешной реализации тех важных задач, которые поставлены в плане развернутого строительства коммунизма. Они, как и до сих пор, оправдают большие надежды Коммунистической партии, всего советского народа и конкретными результатами завоюют новые высоты во всех областях знания.

В ЗАЩИТУ ПРИРОДЫ

О ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И БИОЛОГИЯ ДИКОЙ ЛОШАДИ

Профессор А. Г. Банников

Московский городской педагогический институт им. В. П. Потемкина

Лошадь Пржевальского — единственная дикая лошадь, еще сохранившаяся на земном шаре. До сих пор наши сведения о ней крайне скудны. Более того, ряд авторов считает, что в диком состоянии она больше не существует, а в зоопарках остались лишь потомки диких лошадей, доставленных в Европу в начале XX в. сборщиками К. Гагенбека (Стрит, 1955, и др.). Здесь уместно заметить, что большая заслуга агентов Гагенбека состоит в доставке лошадей из Кобдо в Европу, но отнюдь не в поимке их, как об этом до сих пор принято писать. Еще известный русский исследователь Монголии Д. А. Клеменц обратил на это внимание, опубликовав в 1903 г., в газете «С-Петербургские ведомости» (№ 186, от 11/24 июля) специальную статью. В этой статье автор сообщал, что купец Н. Ассанов организовал через охотников поимку лошадей Пржевальского в Джунгарии (между Гученом и хребтом Байтаг-Богдо), которых и продал в Кобдо представителям Гагенбека. Тот же Н. Ассанов продал лошадей и Д. А. Клеменцу, передавшему их в Асканию-Нова и Московский зоопарк. В этой же статье Д. А. Клеменц высмеял фантастические рассказы агентов Гагенбека о жизни диких лошадей, опубликованные К. Гагенбеком, Ф. Склетером и Т. Ноаком (1902).

Дикая лошадь в конце XIX в. обитала только в Джунгарии и ареал ее на севере был ограничен р. Урунгу (верховья Черного Иртыша) и северными склонами Монгольского

Алтая. Самая северная точка, где лошадь была отмечена, лежала примерно у пересечения 46° с. ш. и 90° в. д. На востоке граница проходила по 95° в. д. Южной границей служили склоны Тянь-Шаня (около 44° с. ш.), а на западе она доходила до 86° в. д. Из очерченной области происходят все известные коллекционные и живые экземпляры.¹ Центром ареала был район, лежащий в квадрате: $89-94^\circ$ в. д. и $44^\circ 30' - 45^\circ 30'$ с. ш. у хребтов Байтаг-Богдо и Тахиин Шара-нуру (последнее название на монгольском языке означает «желтый хребет дикой лошади»). В указанном квадрате дикие лошади водились вплоть до 40-х годов нашего века.

Есть косвенные указания, основанные на описании окраски встреченных диких лошадей (Паллас, 1773; Эверсманн, 1850; Рычков, 1762), что лошадь Пржевальского в XVIII в. встречалась и в Казахстане, но данных о распространении ее к северо-востоку нет. В связи с этим интересны приведенные ниже сообщения преподавателя Монгольского университета Эрэгдэна Дагвы.

В 1942—1945 гг. несколько особей лошади Пржевальского были пойманы у северных склонов хребтов Байтаг-Богдо и Тахиин Шара-нуру; четырех из них доставили в Улан-Батор, где две, как сообщает проф. Дондогийн Цэвэгмид, живут до сих пор. В 1947 г. А. Юнатов встретил табун диких лошадей у хребта Тахиин Шара-нуру

¹ Сообщение Хэрнера (1945) о нахождении дикой лошади на $105^\circ 30'$ в. д., очевидная ошибка.

(Банников, 1954). В 1949—1952 гг. здесь же их наблюдал Эрэгдэн Дагва.

В настоящее время, как сообщает Дондогийн Цэвэгмид, ареал и численность диких лошадей сократились еще больше. Положение становится угрожающим и требует принятия срочных мер, чтобы уберечь последних животных от полного исчезновения.

Одна из особенностей биологии лошади Пржевальского, как и других диких лошадей (в том числе и кулана), состоит в потребности регулярного водопоя, для чего необходимы открытые источники. В тех случаях, когда лошадей у источников не преследуют, они хорошо уживаются с человеком.

Другая черта биологии дикой лошади — широкие кочевки, связанные с сезонными изменениями характера пастбищ, что требует значительных свободных пространств, на которых могли бы существовать животные.

Нет никакого сомнения, что необходимо срочно организовать заповедник с учетом этих биологических черт лошади Пржевальского. В настоящее время ареал вида¹ (рис. 1) простирается так, что он захватывает территорию МНР и КНР; при этом летом лошади находятся преимущественно на территории Китая, а зимой — Монголии. Видимо, наиболее целесообразно организовать единый заповедник, охватывающий всю область распространения вида.

Международный colloquium по систематике и биологии копытных, работавший в

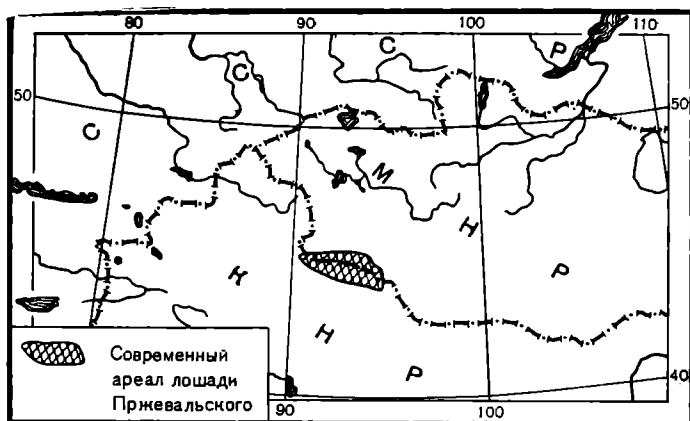


Рис. 1. Современный ареал лошади Пржевальского в Монгольской Народной Республике и Китайской Народной Республике

октябре 1957 г. в Париже, обратился со специальным письмом в Академию наук Китая и Комитет наук Монголии с просьбой срочно организовать охрану и изучение лошади Пржевальского (см. журнал «Mammalia» vol. 22, 1958, № 2) как уникального вида мировой фауны.

Параллельно с этим необходимо проводить работы по разведению лошади Пржевальского в неволе или при полувольном содержании. Племенной материал имеется сейчас в ряде стран. В частности, в Чехословакии живет более 20 лошадей — потомки тех, которые были куплены Гагенбеком. Есть две лошади в одном из конных заводов Монголии и, наконец, в случае необходимости могут быть доставлены жеребята из района хребта Байтаг-Богдо и Тахийн Шара-нуру.

О БЫЛОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО В МОНГОЛИИ

Эрэгдэн Дагва

Улан-Батор

Дикая лошадь Пржевальского в наше время встречается в юго-западных районах Монголии, занимая очень небольшую площадь в пределах хребтов: Тахийн Шара-нуру, Ихэ-Хавтаг, Бага-Хавтаг (Бага-Богдо) и проникает к северу в пустыню Хонин-

Усны-Гоби. Некоторые данные позволяют предполагать, что в прошлом дикая лошадь была распространена шире. Так, в записях канцелярии Цэден-Хана, в томе 53 за 1637 г., которые вел его приближенный Ван Гун, сказано следующее: «По приказу Цэден-

Хана в пределах хошуна была поймана дикая лошадь и подарена им маньчжурскому императору).

С тех пор и урочище, где происходила поимка, называется Тахийн-ус, что означает «вода дикой лошади». Место это находится между Керуленом и Ононом, километрах в 200 к северо-востоку от Ундурхана, в пределах современного Чойбалсанского аймака.

В 1956 г. археолог Дорджи Сурен среди рисунков на «хиргесурах» — надгробных камнях — обнаружил изображение животного, в котором узнал лошадь Пржевальского по характерному изображению ее головы.

Не исключена возможность, что дальнейшие исследования прольют новый свет на быстрое распространение в Монголии этого интересного животного.

СОХРАНИТЬ РЕДЧАЙШЕЕ ЖИВОТНОЕ МИРОВОЙ ФАУНЫ

Профессор Дондогийн Цэвэгмид

Ректор Монгольского государственного университета им. Чойбалсана

Еще около десяти лет тому назад лошадь Пржевальского была обычной в районе хребтов Тахийн Шара-нуру, Байтаг-Богдо и озера Аланг-нур.

Экспедиция, снаряженная в Заалтайскую Гоби в августе 1955 г. кафедрой зоологии Монгольского государственного университета, показала, что и здесь эта лошадь стала чрезвычайно редкой. По данным, собранным экспедицией, можно видеть, что в районе хребта Тахийн Шара-нуру, озера Аланг-нур, в Алтай-Хонин-Усны-Гоби и местности к северо-востоку от хребта Байтаг-Богдо она довольно часто встречалась вплоть до 1950 г. и почти исчезла за последние годы.

Во время рекогносцировочных наблюдений в Алтай-Хонин-Усны-Гоби и в районе хребта Тахийн Шара-нуру в августе 1955 г. мы редко наталкивались на свежие следы лошади. Между тем, на мягких песчаных почвах Гоби и солончаках следы копытных могут сохраняться в течение продолжительного времени и по этим следам можно приблизительно установить, когда, какой именно вид проходил по данной местности.

В ущельях хребта Тахийн Шара-нуру нами были обнаружены довольно крупные следы продолговато-округлой формы значительной давности. Это были следы лошади Пржевальского, ибо копыта последней крупнее копыт кулана и имеют именно такую форму.

20 августа 1955 г. на ровной поверхности

террасы в одном из ущелий хребта Тахийн Шара-нуру нам удалось увидеть жеребца лошади Пржевальского. Он был бледно-буланой масти со слегка прогнутой короткой спиной. Уши его были несколько короче, чем у кулана, грудь шире, голова крупнее, волос на хвосте более редкий, чем у домашней лошади; грива короткая, стоячая.

Жеребец сначала спокойно пасся, но, заметив нас, стал быстро убегать, поднимая пыль. Прежде чем скрыться из виду, он несколько раз останавливался, поворачивался и глядел в нашу сторону. Он напоминал резвую домашнюю лошадь, убежавшую от своего табу-

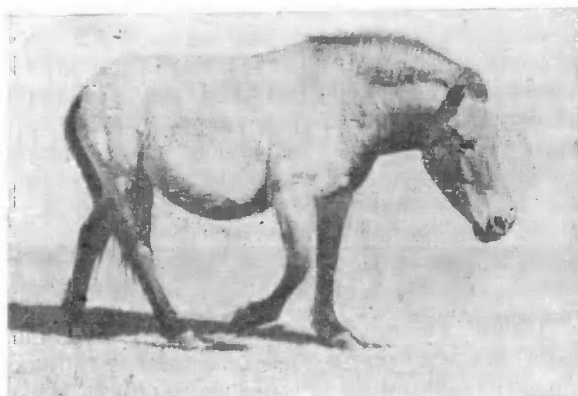


Рис. 2. Лошадь Пржевальского (самка) на конном заводе в Джаргаланту (Монголия)

на. Свежие следы его копыт отличались от следов кулана тем, что они были крупнее и имели продолговато-округлую форму. Сравнивая эти следы со старыми, мы еще раз убедились, что встреченные нами прежде следы принадлежали лошади Пржевальского и что они легко отличимы от следов кулана. Это был единственный экземпляр лошади Пржевальского, встреченный нами в эту поездку.

Местные опытные охотники и скотоводы говорят, что лошадь Пржевальского в летнее время уходит на юг и возвращается поздней осенью. Если это действительно так, то во время нашей экспедиции в Заалтайскую Гоби лошадь Пржевальского еще не возвращалась в эти места. Однако наблюдения местных жителей и состояние следов копыт говорят о том, что она стала здесь редким животным.

Нам представляется, что основная причина сокращения поголовья лошади Пржевальского кроется в беспорядочной охоте на нее, имевшей место до издания закона о запрещении. Кроме того, теперь в осеннее и особенно в зимнее время скотоводы южных районов Гоби-Алтайского аймака стали откочевывать со своими стадами в долины хребта Тахиин Шара-нуру, где имеются источники пресной воды и сравнительно лучшие пастбищные угодья. Это привело к вытеснению лошади Пржевальского с привычных мест обитания и оттеснению от водопоев, что справедливо отмечал А. Г. Банников (1954, 1958).

По закону об охоте, изданному Великим Народным Хуралом МНР, охота на лошадь Пржевальского запрещена. Однако только

одним этим мероприятием невозможно уберечь это редкое животное от истребления. Нужно в ближайшее время организовать разведение его в неволе, в специальных хозяйствах.

Для охраны и разведения лошади Пржевальского необходимо объявить заповедниками хребет Тахиин Шара-нуру с его окрестностями и в особенности районы ключей и источников: в пустыне к северо-западу от указанного хребта.

Две кобылы лошади Пржевальского, вывезенные 15 лет тому назад из хребтов Тахиин Шара-нуру и Байтаг-Богдо, живут до настоящего времени вместе с домашней лошадью на Государственном конном заводе в Джаргаланту (рис. 2). Эти кобылы дали от жеребцов монгольской домашней лошади потомство. Помесь лошади Пржевальского и жеребца монгольской лошади в отношении экстерьера сохранила много материнских черт.

На этом же конном заводе несколько лет тому назад содержался и жеребец лошади Пржевальского. Сейчас в табуне конного завода можно видеть несколько гибридов от этого жеребца и кобылы монгольской домашней лошади, у которых также замечается ряд признаков дикой лошади.

Рассматривая однажды следы на снегу, оставшиеся на месте борьбы дикой лошади с волками, мы заметили, что она не боится этих хищников: спокойно ожидает приближения волка, затем метко бьет копытами или внезапно набрасывается и кусает его. Поэтому волки очень редко рискуют нападать на лошадь Пржевальского.

РАЗВЕДЕНИЕ ДИКОЙ ЛОШАДИ В НЕВОЛЕ

И. С. Слесь

Кандидат биологических наук

*Украинский научно-исследовательский институт животноводства степных районов
им. М. Ф. Иванова (Аскания-Нова)*

Оградить лошадь Пржевальского от дальнейшего истребления можно не только путем ее охраны в пределах естественного ареала, но и путем создания очагов акклиматизации за пределами его.

В Украинском научно-исследовательском

институте Аскания-Нова дикая лошадь содержится в неволе уже много лет.

По внешнему виду лошадь Пржевальского имеет некоторое сходство с куланом, но генетически она стоит ближе к домашней лошади. Важным доказательством этого

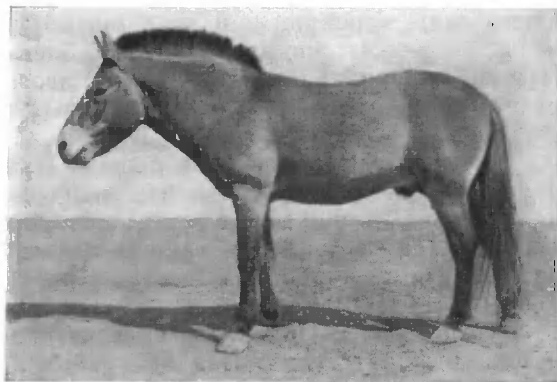


Рис. 3. Жеребец лошади Пржевальского в зоопарке Аскания-Нова

служат следующие обстоятельства: гибриды, полученные в Аскании-Нова при скрещивании домашней лошади с куланом, — бесплодны, тогда как гибриды, полученные при скрещивании домашней лошади с лошадью Пржевальского — плодовиты; голос гибридов конекуланов более сходен с голосом кулана, который не ржет, а кричит, тогда как ржание лошади Пржевальского и ее гибридов с домашней лошадью не отличается от ржания последней. Далее, когда дикая лошадь чего-либо пугается, то издает храп и фырканье наподобие домашней лошади.

Лошадь Пржевальского — сильное, выносливое и неприхотливое животное. Она легко скрещивается с домашней лошадью, дает плодovitых гибридов, которые в значительной степени наследуют ее экстерьер, силу, выносливость и другие хозяйственно-полезные качества. В связи с этим она может быть использована для гибридизации с домашней лошадью с целью выведения новых пород табунного содержания, приспособленных к степным условиям Сибири, Казахстана и других районов Советского Союза. Кроме того, разведение чистой линии дикой лошади имеет определенный интерес для научных целей.

К 1905 г. в зоопарке Аскания-Нова находилось пять жеребят, отловленных в 7—9-месячном возрасте в Джунгарской пустыне. Кроме этих жеребят, был получен еще один взрослый жеребец из царской конюшни, который несколькими годами раньше также был доставлен из Джунгарии.

Поскольку дикая лошадь обитает преиму-

щественно в открытых местах, очень осторожна, обладает острым зрением, слухом, обонянием, большой выносливостью и быстротой бега, то отлов взрослых лошадей практически невозможен, в связи с чем отлавливались только подсосные жеребята. Однако от длительного и напряженного преследования их верховыми ловцами у жеребят происходил запал (эмфизема легких), от чего они либо погибали вскоре после отлова, либо становились негодными к размножению. Так, из 12 поступивших лошадей в размножении приняли участие только две самки и жеребец, полученный из царской конюшни. От этих лошадей и их потомства за период 1905—1941 гг. в зоопарке получен приплод в количестве 39 голов чистопородных лошадей и свыше 20 гибридов от скрещивания с домашними лошадьми и зебрами.

Лошадь Пржевальского размножалась в течение 35 лет, но приплод получали не ежегодно.

В период оккупации Аскании-Нова (1941—1943 гг.) часть лошадей была увезена оккупантами, а часть уничтожена в зоопарке, в результате чего здесь не осталось ни одной лошади. В 1948 г. в зоопарк был завезен один жеребец лошади Пржевальского (рис. 3); в целях восстановления дикой лошади он скрещивается с домашними кобылами, от которых уже получено шесть полукровных и три 3/4-кровных гибрида. У всех гибридов, особенно у 3/4-кровных по «Пржевальцу»,

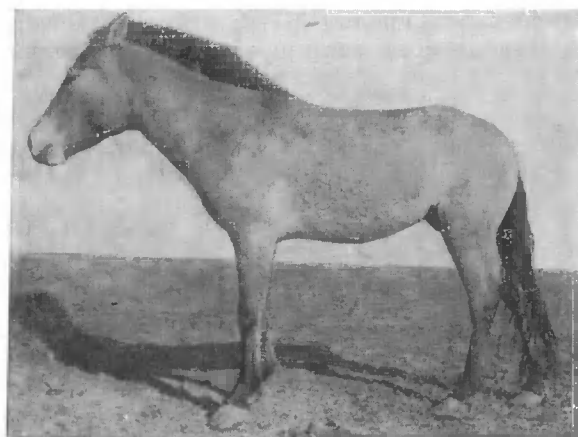


Рис. 4. Гибридная кобыла 3/4-кровная в возрасте двух лет

доминирует экстерьер последнего. Все они характеризуются относительно крупной головой, мощной шеей, укороченной гривой, сравнительно длинным хвостом, наличием каштанов на всех ногах и темного ремня на спине (рис. 4, 5).

В результате исследований выяснено, что половая зрелость у кобыл наступает на 3—4 году жизни, беременность длится 360 дней, причем дикая лошадь, так же как и домашняя, может ежегодно давать приплод в течение 10 лет и более. Однако плодовитость лошади Пржевальского, по сравнению с домашними лошадьми, несколько ниже. Самцы лошади Пржевальского достигают половой зрелости к 5-ти годам и как производители могут быть использованы до 20—25 лет.

Максимальная продолжительность жизни диких лошадей, родившихся в Аскании-Нова, определяется в 25—30 лет. Так, самец «Мишка» пал на 30-м году жизни, самка «Журавка» на 22-м году, самцы «Искрич», «Штомбер» и «Фриц» были проданы в возрасте 18 лет, а находящемуся в настоящее время в зоопарке жеребцу «Орлу» около 20 лет, но у него еще хорошо сохранились зубы и он спаривается.

По величине и телосложению самцы значительно отличаются от самок. Хорошо упитанные самцы и самки достигают 300 кг живого веса, 138 см высоты в холке и 160 см в обхвате груди.

Успех акклиматизации животных на новом месте в значительной мере предопределяется их стойкостью к различным заболеваниям. Максимальный процент отхода (19,46%) приходится на старость, второе место занимают травматические повреждения (13,9%), третье—инфекционные заболевания: сибирка, пастереллез и др.

Из-за тесного контакта диких животных с домашними (пользование общими выпасами,

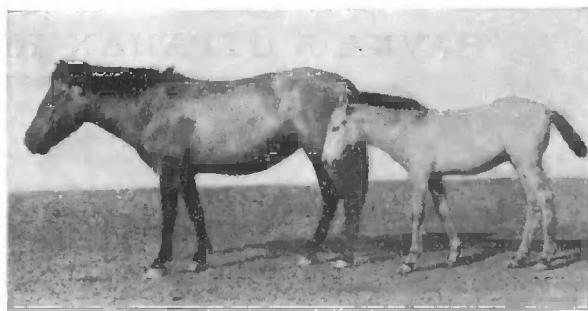


Рис. 5. Гибриды лошади Пржевальского и домашней лошади в зоопарке Аскания-Нова. Кобыла полукровная и жеребенок 3/4-кровный

сами, водопоями, зимними помещениями и пр.) и несоблюдения элементарных ветеринарно-профилактических мер в дореволюционные годы дикие лошади заболели сибиркой, пастереллезом, глистными инвазиями и другими болезнями, которые сведены до минимума в послереволюционные годы, когда улучшился уход за животными, их содержание и ветеринарная помощь.

Техника содержания диких лошадей несложна. В теплое время года их пасут в степи вместе с домашними лошадьми или отдельным табуном, а на зимний период ставят в помещение, хотя в последнем, в условиях юга Украины, они фактически и не нуждаются.

Некоторые особи, чаще взрослые жеребцы, бывают агрессивны и их приходится содержать в отдельных вольерах, тогда как другие сравнительно хорошо приручаются и иногда даже разрешают ездить на себе верхом.

К кормам дикие лошади нетребовательны. Зимой их кормят сеном злаковых и бобовых трав, а летом они пасутся на пастбищах,

ЛИТЕРАТУРА

А. Г. Банников. Млекопитающие Монгольской Народной Республики. Изд-во АН СССР, 1954; А. Г. Банников (Bannikov). Distribution géographique et Biologie du Cheval sauvage et du Chameau de Mongolie, «Mammalia», vol. 22, № 1, 1958. П. Паллас. Путешествие по разным провинциям Российской империи. ч. 1. 1773; Th Noack. Equus Przewalskii,

Zool. Anz., Bd. XXV, 1902; P. Selater. Note on the capture of Przewalskii wild horse in Mongolia. Proc. Zool. Soc., London, 1902; Ph. Street. The wild horse from Mongolia. Country Life (London), vol. 118, 1955; F. Harper. Extinct and vanishing mammals of Old World, N. Y., 1945. И. И. Сожолов. Копытные, «Фауна СССР», т. 1, вып. 3, 1959.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ

ИГЛОКОЖИЕ КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ

Д-р Христиан Шёнфельд

Научный сотрудник народного предприятия «Карл Цейс» (Иена)



Наблюдавшийся во второй половине IX в. огромный подъем в изучении процессов развития был вызван рядом условий. Среди них наиболее важное место занимает эволюционная теория Дарвина, давшая новый толчок эволюционным идеям и попыткам экспериментальных исследований, и сразу же поставившая вопросы развития в центр внимания науки. Вторым условием для понимания процессов развития явилось открытие клеточной природы живых существ. И, наконец, третьим важным фактором изучения процессов развития послужило расширение исследований на животный и растительный мир морей и океанов.

Когда Чарльз Дарвин гениально свел результаты интенсивных исследований в общую картину истории развития живых существ, разрушившую застывшие рамки догматической веры в акт творения, он мог опереться на некоторых прежних поборников эволюционной теории — Жана Батиста Ламарка, К. Ф. Вольфа и Карла фон Бэра. Однако и их работы остались не понятыми или были отвергнуты, что в известной степени объяснялось выбором неудачного и очень сложного объекта исследования — куриного яйца.

В противоположность этому, деятельность Дарвина, совпавшая с революционными годами середины прошлого столетия, попала на благоприятную почву, и влияние его выводов вышло далеко за рамки есте-

ственных наук. Воодушевленные последователи, консервативные скептики и фанатичные противники дарвинизма в поисках экспериментальных доказательств или опровержений обратились к изучению биологических процессов развития. Но ничто не могло в такой мере продвинуть вперед эволюционную теорию, как детальное изучение процессов развития у животных и растений.

Вскоре обнаружилось, что филогенез и онтогенез всякого живого существа тесно связаны между собой и что при помощи эмбриологических исследований по истории индивидуального развития можно получить точные данные об историческом развитии организмов. Такое мощное оружие, как учение о клетке и неисчерпаемый мир морских существ открыли безграничные возможности для исследования, и вскоре стали поступать многочисленные и ценные данные. Примером такого рода исследований может служить опубликованная в 1864 г. Фрицем Мюллером работа «За Дарвина». Мюллер открыл личиночную форму, так называемый науплиус, общую для всех ракообразных и вывел заключение об их историческом родстве. Он видел в этой личинке ракообразных повторение некоего древнего организма, который существовал в прежние периоды истории Земли и от которого произошли все современные ракообразные. При этом он высказал мысли, которые были упомянуты

Дарвином еще в 1859 г.¹ и которые были окончательно сформулированы Геккелем в его биогенетическом законе².

Иглокожие являются именно такой группой животных, которая должна была приобрести особенно существенное значение для эволюционной теории. Как чисто морские животные, они впервые попали в поле зрения экспериментальной зоологии благодаря основополагающим работам Иоганнеса Мюллера. Этот зоолог имеет очень большие заслуги перед наукой. Он не только объяснил эмбриональное развитие различных иглокожих, о которых раньше ничего не было известно. Результаты своих исследований он изложил в работах, могущих служить образцом и по сей день. На основе отдельных результатов Мюллер установил существование родственной связи между всеми иглокожими.

В 1835 г. датчанин Сарс открыл в планктоне Северного моря оригинальный организм, который он принял за самостоятельный вид; этот организм передвигался в воде при помощи двух ресничных шнуров и поэтому был назван Сарсом бипиннарией. В дальнейшем Иоганнес Мюллер доказал высказанное Сарсом предположение, что бипиннария не самостоятельный организм, а личиночная стадия морской звезды. Он впервые наблюдал превращение микроскопически малой студенистой подвижной личинки в неизмеримо более крупное и сложное, защищенное панцирем половое животное с совершенно отличным строением. Это открытие исключительно важно по своему значению.

Рис. 1. дает представление об этом процессе превращения, радикальный характер которого становится очевидным, если срав-

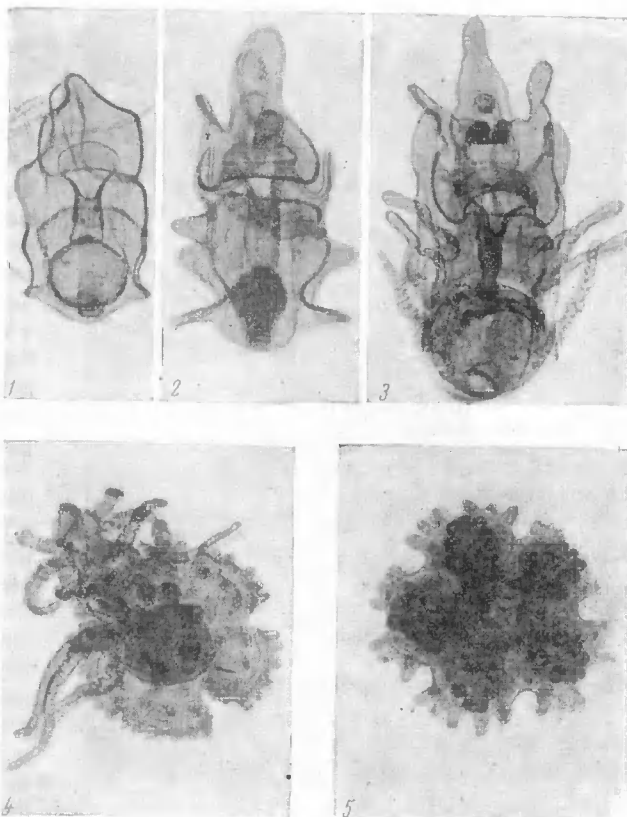


Рис. 1. Стадии развития морской звезды. 1 — молодая личинка морской звезды (бипиннария); 2 — личинка морской звезды на более поздней стадии развития; 3 — личинка морской звезды с образующимися тремя хватательными придатками (брахиолария); 4 — брахиолария на стадии превращения в морскую звезду, образующуюся в боковой части личинки. В левой части вверху — три полностью сформировавшихся придатка с бородавчатыми утолщениями; 5 — молодая морская звезда; видны скелет и пятилучевая амбулакральная система с двумя рядами ножек

нить личинку со взрослой морской звездой, изображенной на рис. 2.

Аналогичное превращение было обнаружено Иоганнесом Мюллером также и у открытых им личинок аурикулярий, у которых ресничный шнур, в противоположность шнурам бипиннарий, образует замкнутое кольцо. Из этих личинок развиваются молодые голотурии. Наконец, ему же принадлежит открытие зародышевых стадий офиур и морских ежей, имеющих своеобразный вид зонтиков и носящих название плутеус.

Морфологическое сходство личинок мор-

¹ «Интерес к эмбриологии как науке сильно возрастает, если мы будем рассматривать зародыш, как более или менее стершийся образ исторической общей формы в ее взрослом или личиночном состоянии, представляющей всех членов одного и того же класса животных».

² Онтогенез (развитие зародыша) является сокращенным повторением филогенеза (развитие рода).

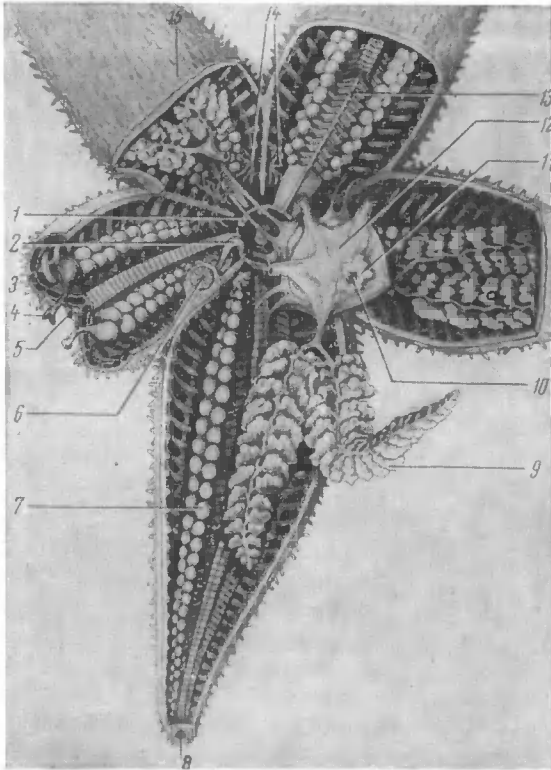


Рис. 2. Взрослая морская звезда. 1 — кольцевой канал амбулакральной системы сосудодвигательного обмена; 2 — каменистый канал амбулакральной системы; 3 — скелетные пластинки, руки; 4 — ампульные ножки с подводными каналами и поперечный разрез радиального канала; 5 — поперечный разрез нервного тяжа; 6 — крышка системы водных сосудов (пластинка madreporita); 7 — кишечный канал удален и видны амбулакральные ножки; правый двойной ряд этой руки удален; 8 — «глазное пятно»; 9 — кишечный канал, приподнятый из своего естественного положения; 10 — анальное отверстие; 11 — ректальные придатки; 12 — желудок; 13 — отпрепарированный радиальный канал с ответвлением к амбулакральным ножкам; 14 — слабо развитые половые органы; 15 — верхний покров

ских звезд и голотурий, с одной стороны, и личинок офиур и морских ежей, с другой, говорит о родственных связях внутри обеих групп. Это наблюдение позволяет легко свести обе эти линии развития к одному исходному типу, общему для всех иглокожих, который имеет не меньшее значение для объяснения исторических связей между иглокожими, чем личинка науплиус для ракообразных. Иоганнес Мюллер выразил это в своей классической схеме родственных

связей между личинками иглокожих (рис. 3). Многочисленные данные, полученные различными учеными в дальнейшем, оказалось возможным уложить в эту основную схему, что облегчило объяснение особенностей отклоняющихся типов. Может показаться, что, например, еще не упомянутые нами морские лилии не охватываются этой схемой, однако их бочонкообразная личинка, окруженная многочисленными ресничными венками, долиолярия, обнаруживает близкое сходство с одной из стадий развития голотурии, вышедшей из аурикулярии. Следовательно, и в случае этой, несколько отклоняющейся группы мы наблюдаем историческую связь ее с другими иглокожими.

Иоганнес Мюллер подверг исследованию также и ранние стадии развития иглокожих. Для этого он использовал методику, примененную Карлом фон Бэрром еще в 1847 г., а именно, искусственное оплодотворение яиц морского ежа. Эта методика исследования позже получила известность благодаря выдающимся работам Оскара Гертвига, нашедшего в яйцах морского ежа идеальный объект для исследования. Как и у прежних исследователей процессов осеменения и оплодотворения, внимание Гертвига было вначале отвлечено подвижными сперматозоидами, однако вслед за этим он обратился к исследованию важных изменений яйца до и после проникновения в него одного из бесчисленных сперматозоидов. Он описал появление желточной оболочки на поверхности яйца, процесс, вызываемый проникновением спермия и служащий защитой против повторного оплодотворения (Позднее появление такой оболочки стали наблюдать у яиц всех животных и у большей части растений). Исследуя в ооцитах изменения клеточного ядра, зародышевого пузырька, который сильно уменьшается в размерах, явление, наблюдавшееся и ранее, Гертвиг заметил, что ядро уходит на периферию и там делится. Таким образом, уже в 1875 г. он наблюдал процесс редукционного деления, природа и значение которого были впервые объяснены только через десять лет после открытия хромосом и изучения ядра. В этих исследованиях прослеживалось также развитие ооцита до личинки, благодаря чему была получена полная картина развития иглокожих на примере этого типичного их представителя.

Результатом этих первоначальных опытов явился огромный подъем исследований в области цитологии и эмбриологии, которые привели к накоплению почти необозримого множества различных фактов. Многие из этих отдельных результатов были использованы Эрнстом Геккелем, ведущим популяризатором дарвинизма в Европе¹, в его теории гастрей. Общие для всех многоклеточных животных стадии развития гастрюлы, с ее двумя тканевыми слоями, или зародышевыми листками, он рассматривает как убедительное доказательство исторического родства всех многоклеточных животных, т. е. их происхождения от одной общей примитивной формы.

Созревание и оплодотворение яйца, дробление, в процессе которого образуется скопление клеток, напоминающее тутовую ягоду, так называемая морула, распределение клеток при образовании однослойного зародышевого пузырька, бластулы, и образование двухслойной гастрюлы в результате впячивания (инвагинации) гастрюцеля, можно наблюдать на иглокожих с большей четкостью, чем на каком-нибудь другом объекте².

После того как в 1885 г. Вильгельм Ру изложил свои взгляды на механику развития, исследования процессов развития вступили в новую стадию. С тех пор задача ученых заключалась не только в регистрировании нормального протекания процессов развития, а и в том, чтобы при помощи биологического эксперимента определять действующие факторы и направляющие их силы. Исследования стали производиться на основе точных экспериментальных методов, применение которых сделало возможным поистине изумительное микрохирургическое препарирование мельчайших частей зародышей и клеток, благодаря которому удалось глубже взглянуть в физиологию процессов развития.

Хорошим объектом таких исследований и опытов служат иглокожие вследствие мно-

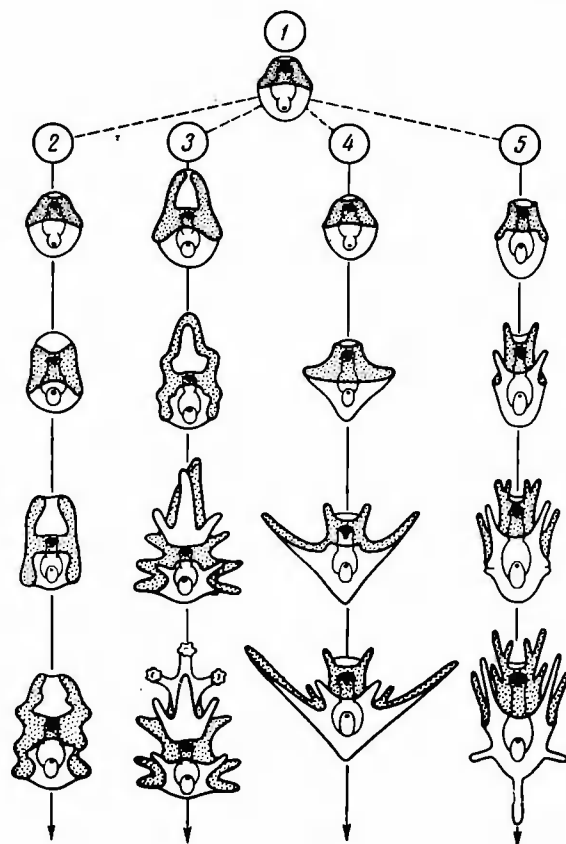


Рис. 3. Схема родственных связей между личинками иглокожих (по И. Мюллеру). 1 — общая личиночная форма иглокожих (диплеурула); 2 — стадии развития голотурий; 3 — стадии развития морских звезд (бицинария и брахиолярия); 4 — стадии развития офиур (офиоплутеус); 5 — стадии развития морских ежей (эхиноплутеус)

гих преимуществ и особенностей их продуктов размножения и стадий развития. Действительно, например, яйца морского ежа были использованы во многих важнейших экспериментах. При помощи тонких волосяных петель, путем встряхивания или, на более позднем этапе, путем воздействия химическими веществами, клетки в различных стадиях дробления могут быть отделены одна от другой, а это позволяет наблюдать дальнейшее развитие изолированных их частей. Удалось экспериментальным путем оплодотворять части яйца с удаленным ядром и заставлять их развиваться. Под влиянием различных внешних раздражителей

¹ Глубоким исследователем и пропагандистом учения Ч. Дарвина в России был К. А. Тимирязев. *Прим. ред.*

² Критические замечания по теории первичного значения инвагинационной гастрюляции Э. Геккеля сделал И. И. Мечников (см. Г. А. Шмидт. *Общая эмбриология*, 1951, стр. 120—122). *Прим. ред.*

зрелые яйца способны развиваться и не будучи оплодотворенными сперматозоидом, а это открыло пути к пониманию партеногенеза, девственного размножения, широко распространенного среди насекомых и других беспозвоночных.

Особое значение для быстрого прогресса в изучении процессов развития имели опыты Ганса Дриша. Ему удалось вырастить из двух экспериментально изолированных бластомеров яйца морского ежа небольшие, но вполне нормальные личинки. Дриш на основании этого опыта сделал предположение о существовании особой «жизненной силы», посредством которой разделенный на две или на четыре части зародыш, и, соответственно, также два экспериментально соединенных зародыша, образуют нормальный, целый зародыш. Дальнейшие исследователи отказались от подобной ложной интерпретации. Воскрешенный Дришем витализм, по своей природе идеалистический и враждебный науке, был опровергнут в ходе дальнейших исследований. Было получено много данных о биохимических влияниях различных составных элементов клетки и действия внешних условий на протекание процесса развития; открыты реальные движущие силы в развитии организмов. Следует отметить, что неоспоримая заслуга Дриша заключалась в том, что он впервые поднял вопрос о детерминации развития, т. е. о характере и способе установления определенного направления развития.

У иглокожих потенциальная способность развития и, следовательно, судьба каждой отдельной клетки выявляются на сравнительно поздних стадиях развития. На ранних стадиях такие, получаемые в условиях эксперимента изменения, как деление бластомеров и т. п., могут быть выравнены благодаря тому, что каждый бластомер состоит из однородного клеточного материала и содержит равные потенциальные возможности развития. У других объектов эксперимента, напротив, уже на очень ранних стадиях развития, более того, даже сам ооцит в ответ на вмешательство экспериментатора начинает развиваться неправильно, так как эти клетки состоят из разнородного материала и отдельный ооцит уже разделен на участки с определенными, заранее обусловленными возможностями развития. В крайних случаях такие участки яйца морфологиче-

ски заметны благодаря присутствию различных клеточных включений. Такого рода яйцо напоминает мозаику, и поэтому существует термин «мозаичные яйца», а развитие такого детерминированного и, следовательно, неспособного перестраиваться в условиях эксперимента яйца, называется мозаичным. Было бы, однако, неверно рассматривать регуляторные и приспособляемые яйца иглокожих как беспорядочные скопления материи, для развития которой необходима «сверхъестественная сила». Даже наиболее регуляторные яйца имеют определенную, специфическую структуру, и процесс их развития в определенном направлении находится под взаимным закономерным влиянием отдельных частей яйца в условиях воздействия среды. Если яйцо на одной из стадий дробления, которое мы для ориентации представим себе в виде глобуса, разрезать по меридиану на «западное» и «восточное» полушария, содержащие благодаря такому делению равные количества «северной» (так называемой анимальной) и «южной» (так называемой вегетативной) яйцевой плазмы, то они разовьются, как и в аналогичных опытах Дриша, в две нормальные личинки. Если же разрез произвести по экватору, развитие обоих полушарий пойдет по неправильному пути, причем в нем будет легко различить утратившие нормальных тенденций развития, свойственных этим частям в отдельности.

При нормальном развитии «северные», анимальные клетки образуют внешний зародышевый листок, т. е. покров, двигательные органы (реснички), нервы и т. д., а «южные», вегетативные клетки — внутренний зародышевый листок, т. е. кишечник, скелет и т. д. Только при наличии обоих протоплазменных участков, с их потенциальными возможностями, может иметь место развитие нормальных личинок. Таким образом, половина зародыша или двойной зародыш, т. е. соединенный из двух отдельных зародышей, развивается, соответственно, в малую или большую личинку, если есть нормальное соотношение анимальной и вегетативной протоплазмы. В противном случае «северная», анимальная половина, будучи изолированной, развивается в бластулу с большим числом ресничек, но совершенно лишенную кишечника и поэтому нежизнеспособную, а изолированная «южная», вегетативная половина получает

аномально большой кишечник, но из-за отсутствия органов передвижения, нервов и т. д. также оказывается неспособной к дальнейшему развитию.

Изолированная анимальная половина яйца на одной из стадий развития посредством прибавления к ней части вегетативной половины может быть приведена в состояние нормального развития. «Самые южные» клетки, вегетативные микромеры, несмотря на свою незначительную величину, оказывают наиболее сильное действие. Под их влиянием клетки анимальной половины образуют кишечник. Соседний с ними «более северный» клеточный пояс, так называемый 2-й вегетативный пояс, оказывает уже менее сильное влияние, но во взаимодействии с анимальной половиной обуславливает развитие нормальной личинки, скелет которой, однако, состоит не из вегетативных микромеров, как это имеет место при нормальном развитии, а из клеток 2-го вегетативного пояса. 1-й вегетативный пояс не обладает достаточным влиянием на изолированную половину, чтобы вызвать образование нормальной личинки; тем не менее, ему принадлежит известное нормализующее воздействие.

Эти опыты говорят о существовании влияния на анимальные клетки со стороны вегетативных клеток, т. е. направленного, так сказать, с «юга» на «север». Поэтому употребляют термин вегетативный градиент. Аналогичное явление, но направленное в обратную сторону, т. е. с «севера» на «юг», так называемый анимальный градиент, может быть обнаружено посредством соответствующих опытов с яйцом морского ежа. Развитие изолированной вегетативной половины яйца путем добавления в нее анимального пояса будет тем более нормализовано, чем «севернее» участок анимальной половины клетки, из которого взят этот пояс. Если наше предположение о действии обоих этих противоположно направленных градиентов справедливо, то зародыш, полученный экспериментальным путем из анимальных вегетативных клеток с равной, но противоположно направленной силой воздействия, должен развиваться в нормальную личинку.

Действительно, соединяя пояски $an_1 + veg_3$, $an_2 + veg_2$ и т. д., можно получить нормальные личинки, что служит убедительным доказательством материальной природы процессов развития и опровергает метафизические представления Дриша. У других типов яиц, особенно у мозаичных, можно обнаружить многочисленные, взаимно перекрывающиеся градиенты. Выгодное отличие яиц иглокожих заключается именно в том, что им свойственны сравнительно простые отношения, которые можно подвергнуть анализу, дающему ключ к пониманию и более сложных типов яиц.

Дальнейшие исследования дали новый материал для обнаружения веществ, играющих, собственно говоря, решающую роль в процессах развития. Благодаря работам Шпемана и его сотрудников была окончательно установлена материальная природа организационных центров яйца, обуславливающих вполне определенные процессы развития, а также наличие вторичных организаторов, активирующих дальнейшее развитие яйца и тем самым оказывающих решительное воздействие на весь ход развития. Понятие «организатор», предложенное Шпеманом и служившее вначале лишь вспомогательным средством для обозначения неизвестных нам сил развития, получило конкретное содержание благодаря важнейшим данным исследований зародышей амфибий. Очень сложные методы воздействия на развитие зародыша, применение меток и трансплантационных частей дают возможность глубоко заглянуть в процессы развития. Была выяснена роль нуклеиновых кислот и других белковых тел, их организующая роль в развитии организмов. Для получения всех этих результатов изучение зародышей иглокожих сыграло такую же важную роль, как и работы в других областях науки, например, применение биохимических методов и методов ультрафиолетовой микроскопии для исследования нуклеиновых кислот.

Изучение развития иглокожих внесло большой вклад в понимание основных проблем развития организмов. Иглокожие и впредь останутся ценным и излюбленным объектом научных исследований.

Перевод с немецкого В. Д. Разманова

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

ВЫДАЮЩИЙСЯ НЕМЕЦКИЙ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ А. ГУМБОЛЬДТА

РАЗНОСТОРОННИЙ УЧЕНЫЙ И ГУМАНИСТ

Профессор Е. Штрееманн

Действительный член Германской Академии наук в Берлине

Весь цивилизованный мир был глубоко взволнован известием о кончине величайшего ученого своего века Александра фон Гумбольдта. 6 мая 1859 г., не дожив лишь нескольких месяцев до 90 лет, он навсегда сомкнул глаза. Бесконечной казалась траурная процессия, сопровождавшая гроб; бесчисленны были речи, произносившиеся в то время во всем мире в память об ученом, чей гений проявился в самых различных сферах знания.

С тех пор прошло 100 лет. Некоторыми именами, перед которыми преклонялись современники, теперь, по истечении долгого времени, занимаются лишь отдельные историки. Но имя Александра Гумбольдта живет во всех сердцах. Чем можно объяснить его бессмертие?

Если попытаться выразить огромные заслуги Гумбольдта в нескольких словах, то можно сказать, что вместе с Дарвином он являлся самым активным преобразователем естественных наук своей эпохи. Дарвин своим произведением о происхождении видов (1859) изменил взгляды на биологический мир у широчайших слоев населения. Гумбольдт, обобщив сумму знаний об устройстве Вселенной и сделав попытку — насколько это было тогда возможно — найти причины теллурических явлений, учил человечество XIX века вникать в закономерности природы.

Александр фон Гумбольдт родился в Берлине 14 сентября 1769 г. Его честолюбивая мать готовила сына с ранней юности к государственной службе. Вместе со своим братом Вильгельмом Александр воспитывался умело подобранными учителями. Привитые ему идеи гуманизма наложили отпечаток на всю его жизнь, поставили ясную цель перед его бьющей ключом энергией.

В 19 лет Гумбольдт начинает увлекаться минералогией и ботаникой, интерес к которой пробудил у него знаменитый ботаник Вильденов. Уже тогда Гумбольдт писал одному другу: «Чем больше увеличивается численность населения, а вместе с ней растут цены на продукты питания, чем больше народам приходится чувствовать бремя расшатанных финансов, тем больше нужно думать об изыскании новых источников продовольствия, чтобы преодолеть его общую нехватку. Какие огромные, неисчислимые богатства таятся в природе, использование которых позволило бы обеспечить тысячи людей питанием и работой! В собственной стране мы топчем многие продукты, ввозимые нами из далеких континентов. Я считаю ботанику одной из тех наук, которые приносят человеческому обществу наибольшую пользу». Таким образом, уже юношей Гумбольдт был верен лейтмотиву своей жизни. Он по-своему хочет стать благодетелем че-

ловечества. Когда позднее будущий ученый увидел чудеса богатой тропической растительности, он нашел, что все могущее способствовать успехам в труде и обогащению народов гораздо значительнее, чем красота и целесообразность форм растительного мира.

Стремление быть полезным человечеству привело его в последние годы учебы к занятию горным делом и металлургией. Но и здесь он не ограничивался изучением специальных вопросов; наряду с химическими и физическими проблемами, его универсальный ум занимали разнообразнейшие вопросы органической жизни. Даже будучи горным асессором, а позднее горным обермейстером, он производил опыты по изучению раздражимости растений, гальванической раздражимости мышечного волокна, влияния света на образование хлорофилла, ускорения прорастания семян химическими веществами.

Вскоре Гумбольдт целиком посвятил себя изучению физиологии растений. Наряду с этим, он с большим участием относится к горнякам и в 1794 г. создает на свои средства бесплатную школу для горняков с целью «распространять ясные и разумные понятия» среди суеверного населения.

Чиновническое положение не удовлетворяет Гумбольдта. К величайшему огорчению начальства, он покидает в 1796 г. государственную службу. Вскоре после этого умирает его мать и оставляет обоим своим сыновьям значительное наследство. Александр решает целиком посвятить свою жизнь науке. Он ищет ответа на старый вопрос — чем отличается живая материя от неживой? Размышления и непрерывные занятия физиологией и химией, как отмечает ученый, «поколебали его прежнюю веру в так называемую жизненную силу». Трудность, связанная с объяснением жизненных явлений в организме лишь физическими и химическими законами, заключается, по его мнению, главным образом в сложности этих явлений, в большом числе одновременно действующих сил, а также условий их деятельности. Этим ясным заявлением гений Гумбольдта на столетие опередил направление развития биологических наук.

Самые выдающиеся личности ищут с ним знакомства. В Иене Гёте вводит его в круг своих близких друзей; Шиллер тоже уже

давно обратил на него внимание и в 1794 г. предложил сотрудничать в своем журнале «Die Horen». Разрабатывая как раз в то время план произведения об истории и географии растений, Гумбольдт ответил Шиллеру: «Так как при изучении естественной истории до сих пор возились главным образом с различиями форм и смешивали учение о признаках с самой священной наукой, наша ботаника едва ли могла являться объектом спекулятивного мышления людей». Затем он развивает свою программу: поиски и изучение в раскопках самой древней растительности (окаменелости, каменный уголь, торф и т. д.); постепенная пригодность земного шара для жизни; миграция растений; карты, показывающие, какие растения переносили с собой народы при переселении; общая история земледелия; сравнение окультуренных растений с домашними животными, происхождение их, вырождение; общая путаница в географии растений вследствие колонизации — все это представлялось ему объектами, достойными изучения.

Но так же как и многие другие планы, этот план, подавленный обилием идей ученого, так и не был реализован. Круг его интересов расширился с каждым годом. К ботаническим, минералогическим и химическим работам присоединились также астрономические и географические исследования. На основе новейшей методики Гумбольдт изучил состав атмосферы, производил высотные измерения, определения координат, наблюдал явления земного магнетизма. Ему все в большей мере хотелось использовать полученные знания в целях основательного изучения дальних стран. Однако два заманчивых плана путешествия не удались. Даже в Париже, где он в 1798 г. имел возможность значительно обогатить свои знания в тесном общении с выдающимися исследователями, ходатайство влиятельных друзей не помогло. Огорченный, он направился в Испанию, и там ему неожиданно улыбнулось счастье, но оно привело его не в Египет или Смирну, как он этого ожидал, а в тропики Южной Америки.

16 июля 1799 г. в сопровождении французского ботаника Аиме Бонплана он ступил на землю в Кумане, а когда 7 марта 1804 г. он снова сел на корабль в мексиканском

порту Вера Круз, у него были собраны в огромном числе разнообразные наблюдения и материалы. С помощью группы выдающихся ученых ему удалось в течение 1807—1834 гг. их опубликовать, издав 30 томов. О событиях этого важного путешествия рассказывается, кроме того, во многих статьях и небольших книгах, написанных как самим Гумбольдтом, так и его друзьями-специалистами. На эти публикации ушло все состояние ученого. Этот крупнейший труд Гумбольдта не только открыл новую эпоху в области научной оценки результатов путешествия; рассматривая явления в их взаимосвязи и устанавливая на фактах законы развития природы, ученый стал основоположником географии, ороеграфии, климатологии, географии растений в их современном понимании.

В 1806 г. Гумбольдт был вынужден переехать из Берлина в Париж, где он провел 19 лет. Там в плодотворном общении с видными естествоиспытателями у него созрела могучая концепция единства мира, объединившая небесные и земные явления; эта концепция вдохновляла его в зрелые годы на создание знаменитого произведения «Космос».

Лишь в 1827 г. Гумбольдт возвратился в столицу Пруссии, где начался самый плодотворный период его долгой жизни. Здесь сбываются надежды ученого, которые он питал вот уже в течение многих лет — ему удалось осуществить путешествие в Азию. Он стремился сравнить этот обширный континент, пересеченный цепями высочайших гор, богатый полезными ископаемыми, с отчетливо выраженными растительными зонами, с тем, что видел в Новом свете. Уже в 1805 г., т. е. всего через год после возвращения из Америки, Гумбольдт подготовился к путешествию в самую северную часть Азии. Когда в конце 1811 г. русское правительство закончило приготовления к экспедиции в Тибет через Кажгар, он немедленно связался с русским правительством и подробно изложил, какой маршрут путешествия, с его точки зрения, наиболее благоприятен в научных целях. Он намеревался исследовать всю Азию между 58 и 60° с. ш. вплоть до Камчатки. Но война, разразившаяся между Францией и Россией, сорвала эти планы. Такой же безрезультатной оказалась предпринятая им в 1818 г. попытка

с согласия Англии осуществить путешествие из Индии в Тибет через Кашмир.

Когда же, наконец, Гумбольдт получил официальное приглашение русского правительства совершить за государственный счет путешествие в Азию, ему уже шел 60-й год. В качестве своих спутников он выбирает двух выдающихся специалистов — минералога Густава Розе, а также ботаника и микробиолога С. Эренберга. Вместе с ними он прибыл 10 мая 1829 г. в Петербург, где всемирно известному естествоиспытателю было оказано много почестей. В основном путешественники придерживались плана, тщательно составленного русским правительством. Где в повозке, где в челне — так проходил их путь через Москву — Казань в Екатеринбург (ныне Свердловск); здесь они осмотрели важные месторождения полезных ископаемых. Затем их путь шел дальше через Тобольск — Тару — Барнаул в юго-западную часть Алтая, а через Бухтарминск они достигли границы Джунгарии. Обратный путь проходил через Семипалатинск — Омск на юг Урала до Миасса, затем через Оренбург — Саратов к Каспию у Астрахани и, наконец, через Воронеж в Москву и Петербург. По сравнению со смелым путешествием по горным странам Южной и Центральной Америки, продолжавшимся четыре года, это путешествие было всего лишь прогулкой, но и оно принесло богатые плоды науке и практике. Результаты этого путешествия Гумбольдт отразил в своих «Фрагментах по геологии и климатологии Азии» (1831) и, главным образом, в своем трехтомном произведении «Центральная Азия» (1843).

Розе, производивший минералого-геогностические исследования, рассказал об этом в двух томах своего «Путешествия на Урал, Алтай и Каспийское море» (1837—1842), а результаты Эренберга опубликованы в его «Микрогеологии» (1854).

Сам Гумбольдт, считавший вот уже в течение 30 лет изучение законов земного магнетизма одной из своих главных задач, производил на протяжении всего путешествия по Азии во многих местах определения наклонения и склонения магнитной стрелки, чтобы более точно установить прохождение изоклинальных кривых на большом пространстве. С исключительной добросовест-



АЛЕКСАНДР ГУМБОЛЬДТ

ностью он одновременно производил множество координатных определений и барометрических высотных измерений, достоверность данных которых была подтверждена позднейшими исследованиями. В своей прощальной речи в Петербургской академии (28 ноября 1829 г.) Гумбольдт особенно подчеркнул необходимость создания по всей территории России магнитных и метеорологических станций, а также точно исследовать причины падения уровня внутренних вод.

Если не считать этого путешествия, длившегося один год, можно сказать, что Гумбольдт со времени переселения в Берлин (1827) работал в уединении и лишь изредка выступал перед общественностью. Так, зимой 1827—1828 г. он читал 61-часовой курс лекций по физической географии в Берлинском университете. Не только учащаяся молодежь толпами стремилась попасть на его лекции, но и многие профессора и ученые различных направлений с напряженным вниманием слушали прославленного ученого, который с захватывающим великолепием рисовал им общую картину природы. Начав с астрономии и характеристики Земли как планеты, он перешел затем к геогнозии, метеорологии, географии растений и животных и закончил распространением человеческих рас.

Пожалуй, еще большее впечатление произвели 16 популярных докладов Гумбольдта, прочитанных им за тот же период в здании Академии музыки в Берлине. Тысячи людей с изумлением и восторгом знакомились с проблемами естествознания, которые раньше обсуждались лишь немногими. Гумбольдт старался разъяснить людям, не умудренным науками, что Земля не центр Вселенной, а лишь незначительная ее частичка, занимающая определенное место в системе сил, действующих в природе.

Как раз в то время естествознание находилось в тяжелом положении. В буржуазных кругах умозрительная система взглядов Гегеля и Шеллинга пользовалась большим уважением, чем точные науки, основанные на опыте. В высокопарных словах философы утверждали, что чистое мышление может заменить опыт, ибо реальность следует искать в абсолютной идее. Не без основания они ненавидели Гумбольдта, считая его своим самым опасным противником. Так

Шиллер, идеализм которого граничит с натурфилософией, жаловался в 1797 г. своему другу Кёрнеру: «У Александра голый, режущий ум; он хочет беззастенчиво вымерить природу, которая является недоступной, таинственной во всех своих точках и перед которой мы должны благоговеть. С дерзостью, непостижимой моему уму, он превращает свои формулы, представляющие собой часто всего-навсего пустые слова и узкие понятия, в масштаб измерения природы... Он не обладает силой воображения и, по моему убеждению, ему не хватает самого необходимого капитала для занятий своей наукой, ибо природу мы должны созерцать и ощущать как в ее отдельных явлениях, так и в высших законах ее».

В том, что в Берлине быстро исчезли сцены «маскарад самых неистовых натурфилософов», далеко не последняя заслуга принадлежит «голому, режущему уму» Гумбольдта. Будучи неутомимым в поисках эмпирических законов, он, однако, никогда не выпускал из поля зрения самую важную задачу изучения природы — отыскание причинной связи. Ему не удалось найти ее. Лишь когда он в последнее десятилетие писал 5 томов «Космоса», Гельмгольц опубликовал произведение о сохранении энергии (1847), имевшее поистине мировое значение, а Роберт Майер — свою механическую тепловую теорию (1851). Взгляды Гумбольдта на процессы горообразования были вскоре опровергнуты, такая же участь постигла его воззрения и во многих других областях знания. Однако это не умаляет заслуженного права Гумбольдта считаться Аристотелем нового времени, ибо, как и Аристотель, он был идейным собирателем часто противоположных научных направлений.

Огромное трудолюбие в соединении с удивительной памятью позволили Гумбольдту стать величайшим универсальным гением нового времени. Гёте говорил однажды Эккерману: «Какой области ни коснись, Александр фон Гумбольдт чувствует себя в ней как дома и поражает нас духовным богатством. Он похож на колодец со множеством труб: стоит только подставить сосуд — в него неиссякаемым ключом бьет всегда свежая вода».

Особое удовлетворение доставляли Гумбольдту исторические исследования. Он не

щадил себя, если нужно было полностью собрать источники. Здесь его привлекал в первую очередь тот раздел истории культуры, содержанием которого являлось познание природы, а результатом — овладение природой. Превыше всего его интересовало влияние образования на благосостояние народов, на интеллектуальное, а тем самым — в чем он был глубоко уверен — и на моральное облагораживание человечества.

Хотя у Гумбольдта был «голый, режущий ум», сердце его горячо билось для всех тех, кто обречен был на несправедливость — для всех угнетенных и оскорбленных. Поэтому не удивительно, что этого королев-

ского камергера аристократическая партия берлинского двора, по его собственным словам, безумно ненавидела. Отбрасывая в сторону все политические соображения, он не раз решительно выступал перед общественностью за отмену рабства в испанских колониях и в Северной Америке. С такой же смелостью он высказывался за эмансипацию евреев. В последние годы он даже залез в долги, ибо по доброте души своей никак не мог отказать в помощи всем, кто находился в бедственном положении.

Так Александр фон Гумбольдт до конца своих дней остался верен своему девизу: «Человек должен стремиться к великому и хорошему!»

КРУПНЕЙШИЙ НАТУРАЛИСТ И ГЕОГРАФ

Академик А. А. Григорьев

Москва

Среди ученых первой половины XIX в. Александр Фридрих Вильгельм Гумбольдт — выдающийся немецкий естествоиспытатель — выделялся своей исключительной одаренностью. Обладая обширнейшим, ясным и трезвым умом, он был всецело предан науке, стремился как можно глубже проникать в сущность важнейших явлений природы. При этом он отличался поразительной трудоспособностью и физической выносливостью. Все это позволяло ему ставить перед собой и успешно разрешать труднейшие научные задачи.

Еще в молодости — на 28-м году жизни А. Гумбольдт решил посвятить свою жизнь изучению «физики мира», т. е. исследованию основных общих законов природы как единого целого, начиная с мироздания и кончая внешней оболочкой нашей планеты, охватывающей атмосферу, земную кору, гидросферу и биосферу.

Для осуществления этого смелого замысла, в значительной мере относящегося к области философии естествознания, при состоянии науки в тот период необходимо было углубиться в изучение важнейших при-

родных явлений и процессов. Прежде всего, нужно было избрать такой район, где процессы протекают исключительно интенсивно. Выбор пал на очень слабо изученную в то время тропическую Америку с ее поразительно пышной и разнообразной растительностью и животным миром и сильным развитием вулканизма.

Пять лет непрерывных исследований (с 1799 по 1804 г.) в труднейших природных условиях тропической Америки позволили А. Гумбольдту собрать громадный материал наблюдений, легший в основу большей части его дальнейших научных исследований. Опираясь на них и на материалы других исследователей, А. Гумбольдту в конце концов удалось создать монографию «Космос, опыт физического мирописания», первая часть которой, посвященная общим законам естествознания, была опубликована в 1845 г.¹

Американские наблюдения А. Гумбольд-

¹ Приводимые ниже цитаты из 1-й части «Космоса» даются по русскому переводу, опубликованному в 1866 г.

та были изложены в его замечательном четырехтомном описании путешествия и в других изданиях. Впоследствии они были дополнены, материалами, собранными во время его путешествия на Урал и в Западную Сибирь, совершенного в 1829 г. по предложению русского правительства. В результате этого путешествия А. Гумбольдтом была опубликована трехтомная монография «Центральная Азия», первый том которой переведен на русский язык.

В предисловии к 1-й части «Космоса» А. Гумбольдт указывал, что, создавая этот труд, он стремился «обнять явления внешнего мира в их общей связи, природу как целое, движимое и оживляемое, внутренними силами».

Путь к этому естествоиспытатель видел в глубоком изучении основных составляемых природного комплекса внешней оболочки земного шара (земной коры, климата, растительного покрова и т. д.), а также небесных тел, в исследовании характерных для всех них природных процессов в их развитии, в их взаимной связи и обусловленности. Он отмечал (во введении к 5-й части), что «обобщение идей о соотношении между собой действительных и непрерывно действующих процессов природы... ведет к распознаванию законов в тех случаях, когда законы эти могут быть найдены или по крайней мере предугадываемы». Придавая большое значение вопросам использования природных условий и ресурсов в развитии народного хозяйства, А. Гумбольдт настойчиво пропагандировал необходимость глубокого изучения явлений природы, подчеркивая, что «человек не может действовать на природу, не может завладеть никакою из ее сил, если не знает этих естественных сил, не умеет измерять и вычислять их». Все эти высказывания, как это будет также показано ниже, подтверждают, что А. Гумбольдт один из первых среди крупнейших натуралистов-материалистов первой половины XIX в. применил в естествознании принципы развития, стремился класть их в основу своих исследований и широко пропагандировать.

Как известно, Ф. Энгельс очень высоко оценил эти заслуги А. Гумбольдта, включив его в число крупнейших натуралистов, пробивших брешь в метафизическом понимании природы.

Чтобы по достоинству оценить эти науч-

ные заслуги А. Гумбольдта, необходимо напомнить ход развития философских взглядов на природу. Во второй половине XVIII в., как известно, во Франции были разработаны (Дидро, Гельвеций, Гольбах и др.) материалистические взгляды, отрицавшие существование сверхъестественных сил и расматривавшие явления природы как проявления самой природы, а человека как способного воспринимать и познавать природу. Однако материализм XVIII в. был метафизическим, отрицавшим самую возможность развития как живой, так и неживой природы. Хотя отдельные передовые ученые второй половины XVIII в., например И. Кант (в молодости), Ломоносов, Лаплас, Вольф, Гёте и некоторые другие, и защищали идеи развития живой и неживой природы, однако подавляющее большинство натуралистов-материалистов придерживалось метафизических взглядов. В самом конце XVIII в. большим влиянием пользовались философские воззрения Гегеля, Шеллинга и др., в которых идеалистические взгляды на природу сочетались с разработкой законов диалектики (особенно у Гегеля), трактованных, однако, идеалистически. В 40-х годах XIX в. под влиянием Л. Фейербаха идеи материализма снова получили распространение, однако этот материализм был метафизическим, отрицавшим законы диалектики.

До опубликования 1-й части «Космоса» (1845 г.) в нашей стране А.И. Герцен выступил (в 1843—1845 гг.) с изложением и пропагандой основных принципов материализма в естествознании. Из крупнейших натуралистов первой половины XIX в. именно А. Гумбольдт положил их в основу своей обобщающей монографии по естествознанию.

Ясно представляя себе громадные трудности поставленной задачи, исследователь начал подготовку к созданию «Космоса» с выяснения ряда отдельных важнейших физико-географических закономерностей. Он обрабатывал собственные наблюдения в Америке и в России, сопоставлял их с аналогичными наблюдениями, сделанными в разных странах другими учеными, прекрасным знатоком трудов которых был А. Гумбольдт. Таким образом, громадный фактический материал позволил ученому исключительно плодотворно использовать в своих теоретических исследованиях сравнительный науч-

ный метод, что положило начало «сравнительному землеведению».

С интереснейшими обобщениями в этой области знания А. Гумбольдт выступил уже в 1808 г. в своем сборнике «Картины природы», получившем широкую известность. В статье «О степях и пустынях» дана выдающаяся для своего времени, совершенно новая по замыслу и содержанию комплексная сравнительная географическая характеристика природы степей и пустынь земного шара. Природные компоненты степей и пустынь рассматриваются здесь как неразрывные части единого природного целого. Особенное внимание автор уделяет описанию претекающих в указанных географических зонах природных процессов.

В том же сборнике в статье «Ночная жизнь животных в первобытном лесу» А. Гумбольдт дает не менее замечательную и оригинальную комплексную характеристику органической природы (животного и растительного мира) и ее динамики в зоне влажных экваториальных лесов. Автор отмечал важность таких комплексных «ландшафтных» (как он их называет) характеристик.

Рассматривая растительность и животный мир как единое целое и считая это целое основным слагаемым ландшафтов, А. Гумбольдт указывал на глубокие различия последних в разных (горизонтальных) зонах на обширных равнинах, в высотных поясах в горах. Тем самым А. Гумбольдтом была установлена горизонтальная зональность и высотная поясность биотических ландшафтов.

Широкие географические обобщения А. Гумбольдта привлекли к себе большое внимание натуралистов как новизной и научным значением сообщаемых наблюдений, так и оригинальностью методики их обработки. В основу рассматриваемых работ великий натуралист положил глубокое изучение взаимосвязей между компонентами ландшафта, что в ту эпоху было большим шагом вперед в развитии географии.

Вклад, внесенный А. Гумбольдтом в развитие теоретических основ географии еще до опубликования его «Космоса», трудно переоценить. Исследователь, наряду с проблемами общей и региональной физической географии, уделял большое внимание и разработку крупных вопросов частных географических дисциплин: географии растений,

климатологии и науке о рельефе земной поверхности.

При разработке теоретических проблем географии растений А. Гумбольдт использовал свои богатейшие ботанические сборы и наблюдения, сделанные в тропической Америке, сопоставляя их с материалами из других стран.

Опираясь на достижения своих предшественников, в особенности на Вильденова, еще в 1792 г. наметившего основные задачи географии растений, А. Гумбольдт выступил в 1807 г. со статьей «Идеи географии растений». В ней он дал глубоко продуманный и обоснованный перечень проблем, разработка которых необходима для выяснения общих закономерностей в этой области. Их изучением А. Гумбольдт затем и занялся. Особенно большое внимание исследователь уделял подтверждению на большом фактическом материале основного закона распределения растительности по земной поверхности: смене ее по широтным (на равнинах) и высотным (в горах) поясам, в связи с изменениями температурных и некоторых других климатических условий от экватора к полюсам и с высотой, а также в зависимости от истории развития флоры, основанной на фитопаалеонтологических и исторических данных. В соответствии с представлениями того времени, А. Гумбольдт считал, что распределение растений зависит в основном от температуры и влажности воздуха, и почти не учитывал величины атмосферных осадков, надежных данных о которых в те времена было, правда, чрезвычайно мало. В связи с этим принималось, что границы распределения растений на равнинах должны более или менее совпадать с определенными широтами. Это не вызывало слишком большого расхождения с действительностью, когда дело ограничивалось выделением холодных, умеренных и тропического растительных поясов. При более же детальном зональном ботаническом районировании несоответствие с действительностью становилось все заметнее.

С изучением проблемы размещения растительности А. Гумбольдт связывал и исследование закономерностей изменения по различным широтным и высотным поясам (как и по менее крупным территориям) численности и количественных соотношений растительных видов, принадлежащих к различ-

ным семействам: «Закон замещения»¹, представляющий большой географический интерес.

Особое исследование А. Гумбольдт посвятил проблеме «физиономичности» растительного покрова. Каждой зоне Земли, писал он, присущ свой тип растительного покрова. Определяется он не строением цветков и плодов, а тем, что образует главную его растительную массу, — характером вегетативных органов, хотя бы растения эти и принадлежали к различным видам, родам и семействам². Речь шла о таких группах растений как пальмы, бананы, древовидные папоротники, мальвовые и баобабовые, мимозовые, лианы, кактусы, злаки и осоки и т. д.

А. Гумбольдт подчеркивал также важность выяснения путей миграции диких и культурных растений в связи с изменениями очертаний материков и с деятельностью человеческого общества. Он указывал также, что важно изучать роль в растительном покрове растительных видов, живущих в одиночку и обитающих большими массами; это, наряду с изучением о физиономичности растительности, являлось предварением будущего учения о растительных формациях.

В общем, исследования А. Гумбольдта в области географии растений заложили прочную основу флористической, экологической и исторической географии растений, а также затрагивали и некоторые проблемы в настоящее время разрабатываемые геоботаникой. Его работы по географии растений, опубликованные в первой четверти XIX в., привлекли большое внимание ученых и способствовали развитию указанной дисциплины.

Для изучения проблем географии растений были необходимы данные о распределении по земной поверхности температуры воздуха (средних годовых, сезонных и т. п.), влажности воздуха, барометрического давления (для определения высот) и т. п., как факторов распределения растительности.

Вместе с тем, все эти данные представляли и выдающийся самостоятельный интерес. Накопление и сопоставление климатических данных по различным территориям привели А. Гумбольдта к открытию важных природных закономерностей, легших в основу новой, созданной им отрасли научного знания — «сравнительной климатологии» — климатического изучения атмосферы. Интересуясь распределением по земной поверхности средних температур воздуха, А. Гумбольдт в 1817 г. разработал метод нанесения на карту изотерм — линий, соединяющих пункты с одинаковыми средними температурами, приведенными к уровню моря (для их большей сравнимости). Он составил первую карту изотерм Северного полушария, за которой последовали более подробные карты изотерм для всей Земли, составленные другими учеными.

Изучение распределения по земной поверхности изотерм и сопоставление его с распределением других климатических данных позволили А. Гумбольдту установить ряд важных климатических закономерностей: выявить глубокие различия тепловых условий как на западных и восточных окраинах материков (1827 г.), так и в районах материкового и морского климатов (Центральная Азия, т. 3, 1843 г.). Исследователь указывал, что сопоставление изгибов изотерм (там, где они отклоняются от параллелей) с распределением по земной поверхности климатообразующих факторов позволяет выяснить, с какими местными особенностями природных условий связаны эти изгибы (там же). Он пришел к выводу, что важнейшие климатообразующие факторы любого пункта земной поверхности — это величина данного материка, характер его очертаний и нахождение в определенной термической зоне, которых он насчитывал восемь (там же).

Влияние этих основных факторов модифицируется в зависимости от расположения соседних гор и характера земной поверхности, которая может быть сухой, болотистой, покрытой лесом и т. п., т. е. (по современной терминологии) от характера подстилающей поверхности.

Изучая закономерности изменений температуры воздуха с высотой, А. Гумбольдт пришел к выводу, что термические условия каждого пункта зависят от широты, долготы и высоты места. Большое внимание он уде-

¹ См. А. Гумбольдт. Прологомсны (введение — А. Г.) к географическому распределению растений, согласно температуре воздуха и высоте гор (1817). Он же. О закономерностях, наблюдаемых в распространении растений (1823). См. сб. «А. Гумбольдт. География растений», 1936.

² См. А. Гумбольдт. Идеи о физиономичности растений (1806).

лил изучению положения снеговой линии в горах различных широтных поясов и установил зависимость высоты снеговой линии от сочетания условий температуры и влажности воздуха (там же).

И у нас, во время посещения России, и в других странах А. Гумбольдт горячо и часто успешно пропагандировал наиболее широкую организацию метеорологических наблюдений, что сильно способствовало развитию климатологии.

Большой вклад внес А. Гумбольдт и в изучение рельефа. Им был предложен метод сравнения горных цепей по соотношению между средними высотами вершин и перевалов; им было установлено понятие о средней высоте стран, материков, всей поверхности суши и указан способ ее определения. Этими методами ученый рассчитывал выявить основные орографические закономерности и таким образом подойти и к решению вопроса о генезисе мегарельефа.

Таким образом, А. Гумбольдт обогатил ряд частных физико-географических дисциплин не только новыми плодотворными идеями, но и новыми научными методами исследований, очень быстро получившими широкое распространение.

К выполнению основной задачи своей жизни — созданию многотомного труда «Космос, опыт физического мироописания» — А. Гумбольдт приступил лишь в 1834 г. Первая часть «Космоса» вышла в свет в 1845, вторая в 1847, третья в 1850, четвертая в 1858 г.; небольшой фрагмент пятой, незаконченной части был опубликован в 1862 г., уже после смерти автора.

Первая часть «Космоса» состоит из трех вступительных глав и основной части, озаглавленной «Картина природы», которая посвящена общему обзору слагаемых мироздания в рамках задач этого труда. Автор рассматривает небо, земные явления (фигура, плотность, масса и внутреннее строение земного шара; внутреннее тепло Земли; земной магнетизм и электричество; световые атмосферные явления), анализирует воздействие внутренности Земли на ее поверхность. Далее следует геологическое описание земной коры; палеонтология, физическая география вообще и органическая жизнь (биогеография и вопрос о происхождении человеческих рас).

Вторая часть посвящена главным обра-

зом «Истории физического мирозерцания» (начиная с эпохи древней истории), где автор стремится проследить, как постепенно развивались и расширялись понятия о космосе, как о природе вообще.

Остальные части «Космоса» содержат громадный эмпирический материал, служащий дополнением к астрономическому и геологическому разделам 1-й части монографии.

Таким образом, идеи, ради разработки, доказательства и пропаганды которых А. Гумбольдт предпринял свой монументальный труд, сосредоточены главным образом в 1-й части «Космоса», основной текст которой был написан в 1843 и 1844 гг., частично также в вводных главах других частей (например, в 5-й).

К краткому анализу 1-й части «Космоса» и к научной методике, которой пользовался его автор, мы и обращаемся.

Давая «Космосу» подзаголовок «Опыт физического мироописания», А. Гумбольдт строго ограничил задачи своего труда лишь «объяснением явлений материального мира — объяснением свойств материи». Разъясняя свои задачи, он писал: «Последняя цель опытных наук есть отыскание законов и последовательное, постепенное обобщение их. Все, что переступает за границу этих дознанных законов, не принадлежит к области физики Вселенной»¹.

Отдавая себе отчет в том, что многое в природе еще не познано и не осмыслено, А. Гумбольдт считал своей обязанностью «изобразить в общих чертах то, что уже дознано в настоящее время, в смысле и границах современной науки». Он подчеркивал, что все делаемые им обобщения опираются на данные исследований и на полученные, таким образом, эмпирические законы, а не на «умозрительное познание Вселенной из чистого разума».

Касаясь этой стороны своей научной методики, ученый писал: «Мой опыт науки о

¹ Поясняя, о чем идет здесь речь, А. Гумбольдт добавляет: «Эммануил Кант, принадлежащий к малому числу философов, которых не упрекают в неблагочестии, поставил, с редким благоразумием, пределы физическим объяснениям в своем знаменитом *Опыте теории и строения небес*, изданном в Кенигсберге в 1755 году»; тем самым А. Гумбольдт подчеркнул, что он исключает из своего мироописания всякого рода трансцендентальные «умозрения», всецело опосредуясь на материалистическом миропонимании.

Космосе, чуждый углублению в чисто умозрительную философию, есть созерцание Вселенной, основанное на эмпиризме, разработанном мышлением.

Ставя, таким образом, во главе угла факты, А. Гумбольдт вместе с тем подчеркивал, что исследователь не должен «падать под их массой», что он должен из этой массы выбирать лишь то, что позволяет «завладеть духом природы», т. е. проникать в сущность изучаемых явлений.

«Космос», — пишет А. Гумбольдт, — частное будет рассматривать только в его отношении к целому, как часть всемирных явлений». Вместе с тем он отмечает, что современная природа не отделима от ее прошлого, почему «нельзя совершенно отделить описание природы от истории природы. Геогност не может обнять настоящего без прошедшего. И то и другое проникает друг в друга и сливается в картину земной природы...». И далее — «Бытие в его объеме и внутреннем существе может быть вполне узнанным только как нечто сделавшееся».

Придавая громадное значение изучению природных взаимосвязей, А. Гумбольдт указывал, что высшая цель духовной деятельности — это «отыскание законов природы, исследование порядка, необходимо связывающего все явления, все изменения, происходящие во Вселенной».

И в другом месте: «Чем глубже проникаешь в сущность естественных сил, тем более постигаешь связь явлений».

Таким образом, научная методика, примененная ученым при создании «Космоса», гармонирует с прогрессивной методологией, положенной в основу этого труда. При этом А. Гумбольдт явно противопоставляет свои материалистические взгляды философским воззрениям как И. Канта, ставшего идеалистом с 70-х годов XVIII в., так и идеалистическим течениям натурфилософов и позитивистов, довольно широко распространенным во второй четверти XIX в. в Западной Европе. Для первых, как известно, было, по словам Энгельса, характерно навязывание природе вымышленных связей вместо того, чтобы терпеливо отыскивать существующие в ней действительные связи, что постоянно приводило натурфилософов к нелепостям¹. Позитивисты же

утверждали, что наука должна отказаться от проникновения в сущность вещей и ограничиться только описанием внешнего облика явлений, т. е. стояли на позиции голого эмпиризма, заводящего науку в тупик. С идеалистическими измышлениями А. Гумбольдт, как мы видели, считал необходимым вести борьбу.

Чтобы правильно оценить идеи А. Гумбольдта, изложенные в 1-й части «Космоса», необходимо учесть, что эта часть «Физического мироописания» составлялась и была опубликована до того, как был открыт ряд важнейших естественно-исторических законов и фактов, легших в основу диалектико-материалистического понимания природы, разработанного Марксом и Энгельсом.

Начав свое «Физическое мироописание» с очерка строения Вселенной и описания движений ее слагаемых, как они представлялись в то время, А. Гумбольдт заключил эту главу следующим философским выводом: «В общей жизни физической природы, органической как и звездной, вместе с движением связано бытие, сохранение и развитие» («Космос», ч. 1, стр. 138). Эти скупые слова характеризуют весьма прогрессивные взгляды их автора.

Перейдя к физическому землеописанию, А. Гумбольдт уделил особенно большое внимание внутренним силам земного шара, в особенности внутренней теплоте Земли. С нею он связывал возбуждение электромагнитных токов, ее он считал вероятным «главным источником» эндогенных геологических явлений (там же, стр. 181, 189 и др.). Сущность этих последних он определял как «противодействие планетной внутренности» внешней земной коре, как «воздействие» первой на вторую. Всю совокупность относящихся сюда геологических процессов он именовал «вулканизмом, в обширнейшем смысле этого слова», понимая под ним не только вулканизм в обычном смысле слова, но и землетрясения (сейсмику), и поднятия и опускания материков и дна океанов, как и отдельных их частей, иногда сопровождающиеся образованием складок, т. е. тектонику¹.

¹ В более ранних работах А. Гумбольдт, говоря об эндогенных геологических явлениях, не упоминал о «вулканизме в обширнейшем смысле этого слова», ошибочно считая в то время вулканизм в обычном понимании за основной фактор эндогенных процессов.

¹ См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Избр. соч., т. II, стр. 370.

Интересны и геологические представления ученого. Опираясь на передовую в то время космогоническую гипотезу Канта — Лапласа, на нарастающие температуры с глубиной в земной коре, А. Гумбольдт считал, что температура внутри Земли очень высокая. Однако он рекомендовал крайнюю осторожность в высказываниях по этим вопросам, «ибо, — писал он, — мы ничего не знаем о материях, из которых состоит земля», не знаем ни о различной степени теплоемкости и теплопроводности в расположенных друг под другом земляных пластах, ни о «химических превращениях, происходящих с твердыми и жидкими материями при необычайном давлении». И далее — «труднее всего мы можем себе представить границу между жидкой массой земной внутренности и уже отвердевшими породами внешней земной коры, постепенное переходное состояние в твердое состояние и полужидкое состояние земляных вязких материй» (там же).

Вместе с тем, А. Гумбольдт ясно себе представлял, что расплавленное состояние внутреннего ядра нашей планеты не вяжется с наличием в ней «магнитного ядра» и что в современную нам эпоху очаги вулканической деятельности (в узком смысле слова) занимают лишь небольшую часть поверхности нашей планеты; он полагал, что в более ранние эпохи развития Земли они были распространены гораздо шире.

Большой интерес представляет подход А. Гумбольдта к слагающим земную кору горным породам. В основу их классификации ученый положил генетический принцип и при описании указывал процессы их формирования.

Анализируя палеонтологические данные, А. Гумбольдт привел список установленных к тому времени геологических формаций в их исторической последовательности. Ссылаясь на произведенные незадолго перед тем палеонтологические исследования Лайеля, Агасиса и других, составившие эпоху в науке, он писал: «Наблюдения доказывают, что первобытные флоры и фауны тем различнее от теперешних форм растений и животных, чем более осадочные формации (их заключающие — А. Г.) принадлежат к низшим, т. е. древнейшим». В другом месте он указывал, что «древнейшие осадочные формации... в органических остатках своих представляют смещение форм,

органических образований, занимающих весьма различные ступени на лестнице постепенно совершенствующегося развития организмов» (там же, стр. 244). Таким образом, он принимал положительно учение о трансформизме видов животных и растений, тогда только еще пробивавшее себе дорогу в естествознании. И хотя в отношении некоторых важных вопросов геологии, геофизики и т. п. А. Гумбольдт, отдавая дань своей эпохе, придерживался взглядов, впоследствии оказавшихся неправильными, его идеи о неразрывной связи между эндогенными процессами и формированием рельефа, о развитии органического и неорганического мира, безусловно, находились в соответствии с изложенными выше его прогрессивными взглядами на природу.

Географический раздел физического землеописания представляет собой замечательные для своего времени краткие «основы» общей физической географии, посвященные характеристике закономерностей строения, динамики и развития рельефа земной коры, мирового океана и воздушной оболочки в их взаимной связи. Автор уделял наибольшее внимание описанию процессов, протекающих в перечисленных земных оболочках и взаимодействию этих процессов. Гораздо короче излагались элементы биогеографии.

Касаясь вопроса о происхождении и развитии материков и океанов, А. Гумбольдт писал: «Настоящая фигура земли есть произведение двух причин, действовавших последовательно: первая причина есть проявление подземной силы...; вторая причина заключает в себе все на поверхности земли действовавшие силы, между которыми вулканические извержения, землетрясения, поднятия горных краев и морские течения играли главную роль» (там же, стр. 266). Ученый доказывал, что рельеф земной поверхности есть результат взаимодействия эндогенных и экзогенных сил, как это принято считать и в настоящее время.

Всего больше места в географическом разделе «Космоса» А. Гумбольдт уделил воздушной оболочке. Он указывает на чрезвычайную сложность взаимодействия метеорологических процессов и причинных зависимостей климатических явлений, описывает циркуляцию атмосферы по представлениям того времени, характеризу-

ет важнейшие открытые им самим и другими учеными метеорологические и климатологические законы.

Научная ценность этой части физическо-го землеописания еще и в том, что она была первым в мировой литературе кратким изложением созданной А. Гумбольдтом «сравнительной климатологии», обобщающей и завершающей метеорологические и климатологические исследования данной эпохи.

В последней главе 1-й части «Космоса», посвященной «органической жизни», А. Гумбольдт рассмотрел главным образом вопрос о распространении организмов на поверхности земного шара. Он писал: «Растения и животные в их общем распределении не останавливаются почти никакой высотой, никакой глубиной» и вместе с тем демонстрировал связь их распространения с изменениями природной обстановки.

Анализируя растительный покров суши, А. Гумбольдт привел те в общем отвечающие материалистическим принципам основные ботанико-географические закономерности, которые были к тому времени установлены им и другими учеными и описаны главным образом в перечисленных выше его специальных исследованиях по географии растений. При этом он правильно отмечал, что закономерности эти в общем действительны и для животного мира суши.

А. Гумбольдт рассмотрел также вопрос о происхождении человеческих рас (племен). При этом он доказывал, что эти расы «суть формы одного и того же вида». Утверждая, таким образом, единство происхождения человечества, ученый писал: «Есть племена более способные к развитию, есть племена высшей образованности, облагороженные духовной деятельностью, но нет человеческих племен более благородных, чем другие. Все равномерно предназначены к свободе...» (стр. 324). И в этом важнейшем

вопросе исследователь защищал самые передовые взгляды.

А. Гумбольдт был не только одним из первых, крупнейших натуралистов первой половины XIX в., последовательно проводивших материалистические взгляды на природу, но и первым естествоиспытателем, создавшим в лице своего «Космоса» — своего «физического мироописания» — замечательный обобщающий труд, проникнутый указанными воззрениями. Тем самым он далеко опередил свой век. Правда, впоследствии жизнь внесла коррективы в некоторые представления ученого, главным образом по отдельным частным вопросам. Эта дань времени свойственна, однако, всем крупным обобщающим трудам, составившим эпоху в развитии науки.

Творчество А. Гумбольдта сыграло исключительную роль в развитии не только физической географии, большинства частных физико-географических дисциплин (биогеографии, климатологии, учения о рельефе земной коры), а также и геологии, но и в развитии естествознания в целом. Ф. Энгельс очень высоко оценил идеологические заслуги А. Гумбольдта в развитии естествознания.

Работы А. Гумбольдта оказали громадное влияние на натуралистов-материалистов его эпохи. Дарвин писал: «Ни одна другая книга, ни даже целая дюжина их, не произвели на меня даже и приблизительно такого сильного впечатления, как эти две книги»¹. Речь шла об описании путешествия А. Гумбольдта в Америку и о книге Дж. Гершеля «Введение в изучение естествознания». Это подчеркивает, что значение научного творчества А. Гумбольдта было очень велико, его трудно переоценить.

¹ См. Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера. (Автобиография), Изд-во АН СССР, 1957, стр. 83.

ИСКУССТВЕННАЯ НАТРИЕВАЯ КОМЕТА

При наблюдениях искусственных спутников Земли возникают большие трудности, связанные с очень слабой яркостью спутника и большой скоростью его перемещения на фоне звездного неба. Наблюдения усложняются, когда мы переходим к фотографированию космических ракет, находящихся в момент фотографирования на расстоянии многих сот тысяч километров от Земли. Например, ракета, удаленная от Земли на расстояние 400 000 км, будет иметь звездную величину, равную 15, а второй советский искусственный спутник на расстоянии 400 км имел звездную величину¹ около 0, т. е. ракета в этом случае будет объектом в 10^6 раз более слабым, чем спутник. Во время запусков ракет в направлении Луны мы имеем дело с чрезвычайно ярким фоном неба, создаваемым Луной. В случае применения телескопов со светосилой около 1 : 3 этот фон ограничивает экспозицию до нескольких секунд, так как при больших экспозициях вуаль на фотопластинке становится очень плотной. Поэтому необходимо иметь инструмент достаточного диаметра для того, чтобы за экспозицию около 1 сек. на нем получались звезды до 15—16 величины². Однако число подобных инструментов во всем мире не превосходит десяти.

Для того чтобы иметь возможность производить оптические измерения координат, необходимо было разработать метод оптического наблюдения советской космической ракеты, основанный на увеличении ее блеска. Очевидно, что применение различного рода импульсных ламп полностью исключается вследствие большого веса их источников питания. Проект американского ученого Зингера, предлагавшего взорвать на ракете атомную бомбу, также не выдер-

живает критики, так как мы наблюдали бы весьма кратковременную вспышку, сфотографировать которую было бы почти невозможно. Взрывать атомную бомбу имело бы смысл только при попадании ракеты в Луну, ибо в этом случае выделилось бы большое количество светящегося вещества. Однако даже при взрыве на поверхности Луны оптический эффект будет невелик, вследствие отсутствия на Луне атмосферы.

Гораздо привлекательнее проекты, в которых предполагается использование солнечной радиации. Существуют различные варианты этой идеи. Можно, например, выбросить с борта ракеты баллон довольно большого диаметра с хорошо отражающей поверхностью и таким образом увеличить возможность его наблюдения. Такой баллон распрямляется сжатым газом, а затем сохраняет свою сферическую форму, даже в случае пробивания его оболочкой метеоритом. Этот вариант предполагалось использовать для небольших по размеру и трудно наблюдаемых американских спутников Земли. Возможно также выбросить с ракеты облако небольших рассеивающих частиц. Однако при осуществлении всех этих проектов увеличение блеска невелико.

В природе наблюдается более эффективное рассеяние совсем другого рода. Речь идет о механизме резонансной флюоресценции. Суть явления состоит в том, что атомы газа поглощают из освещающей его солнечной радиации кванты определенной частоты и сами излучают энергию в этой частоте. Каждый атом может быть уподоблен в этом случае вибратору, который раскачивается падающей волной с частотой собственных колебаний.

Коэффициент рассеяния при резонансной флюоресценции очень велик и достигает максимального значения по сравнению со всеми значениями коэффициентов при других процессах рассеяния света. Свечение комет в основном объясняется этим механизмом. В головах комет светятся резонансные по-

¹ Напомним, что блеск двух звезд, отличающихся на одну звездную величину, различается в 2,512 раза.

² При постоянном диаметре изображения звезды проникающая сила телескопа, т. е. его предельная звездная величина, зависит только от диаметра объектива.

лосы молекул C_2 , CO^+ , CN и др., а также резонансные линии D_1 и D_2 атомарного натрия. Свечение газовых хвостов у комет также объясняется резонансным рассеянием солнечного излучения молекулами CO^+ и N_2^+ . При этом концентрация излучающих молекул у средней по размерам кометы равна всего лишь нескольким молекулам на кубический сантиметр. Отсюда можно найти, что масса излучающего газа в голове кометы не превосходит ста тонн. Это крайне малая величина! А ведь такое количество газа дает объект около третьей звездной величины на расстоянии 150 000 000 км. Для получения такого же блеска с расстояния в 400 000 км нужно всего около 5 кг подходящего газа.

Теперь ясна и сама идея увеличения блеска ракеты путем выбрасывания из нее соответствующего газа. Наиболее приемлемым в этом отношении оказался натрий. Он легко испаряется и дает интенсивный резонансный дублет в желтой части спектра со средней длиной волны 5893 Å. Можно рассчитать, что каждый атом натрия, находящийся на расстоянии 150 000 000 км от Солнца, будет ежесекундно рассеивать по всем направлениям

0,7 кванта света в резонансных линиях D. При этом всего лишь 1 г натрия, содержащий, заметим кстати, $2,5 \cdot 10^{22}$ атомов, на расстоянии 100 000 км даст нам 14-звездную величину. При массе же облака в 1 кг его звездная величина близка к 6-й.

Для испарения натрия его перемешивают с термитом, который в заранее заданный момент поджигается специальным устройством. Даже если в процессе испарения часть натрия выбрасывалась бы в виде молекул, капелек расплавленного металла, а в атомарный натрий переходило бы всего 10–15%, то облако, образованное 1 кг металлического натрия, давало бы выигрыш в блеске по сравнению с прямыми наблюдениями ракеты не менее чем в 1000 раз.

Для фотографирования образовавшегося облака необходимо применить светосильные камеры срав-

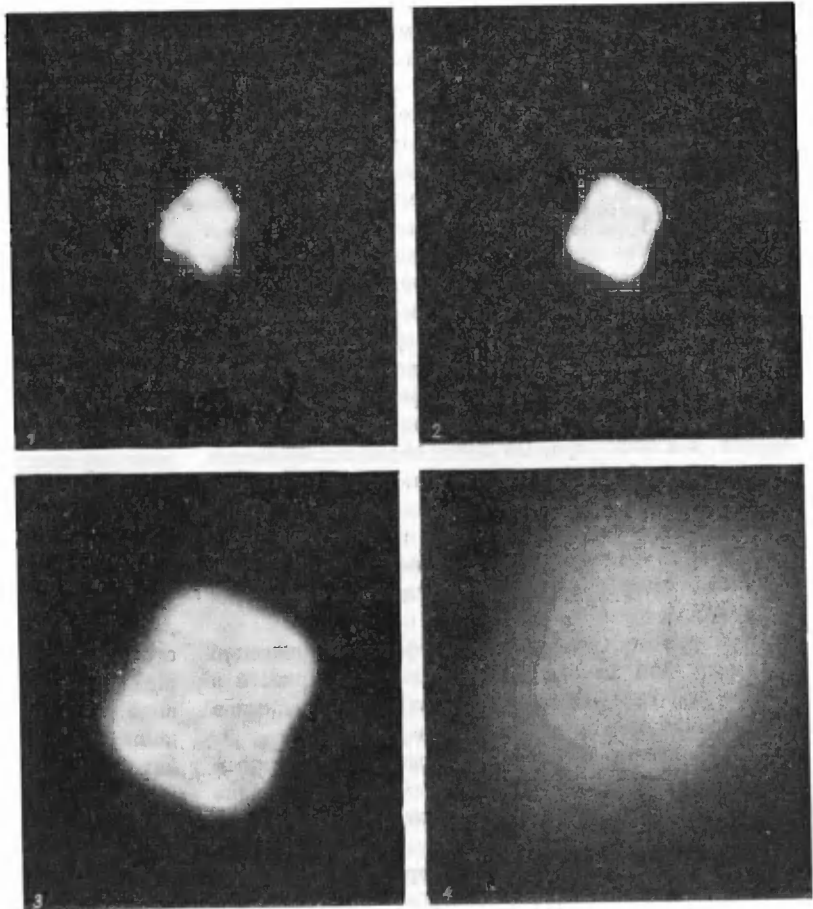


Рис. 1. Фотографии искусственной натриевой кометы. 1 — снимок искусственной кометы, выпущенной с космической ракеты; 2, 3, 4 — последовательные фазы развития искусственной натриевой кометы, выпущенной из геофизической ракеты на высоте 440 км

нительно небольшого диаметра. Такую аппаратуру легко можно разместить по всей территории, где ракета может наблюдаться в момент вспышки.

Следует обратить внимание еще на одно достоинство метода искусственной кометы. Ведь облако натрия дает монохроматическое излучение. Применяя узкополосные светофильтры, можно существенно ослабить яркость лунного ореола, в то время как натриевое излучение почти без ослабления попадет на фотопластинку. При наблюдениях использовались отечественные интерференционные многослойные светофильтры с полосой пропускания 30 Å. Эти фильтры давали выигрыш в 50 раз, и с ними экспозиция могла быть увеличена до минуты, при расстоянии от Луны порядка нескольких градусов дуги. Кроме фотографических камер, использовались инструменты с электронно-оптическими преоб-

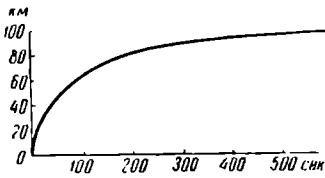


Рис. 2. Кривая зависимости скорости расширения облака от времени

как и в фотографических камерах.

Для проверки всех теоретических соображений было решено опробовать метод в рабочих условиях глубокого вакуума. Для этого испаритель натрия смонтировали на высотной геофизической ракете. Запуск на высоту 440 км состоялся 19 сентября 1958 г. в 4 часа утра. Во время этого эксперимента высота земной тени в зените равнялась примерно 300 км. Образовавшееся облако натриевых паров освещалось солнечными лучами и ярко светилось в линиях D. С наземной станции наблюдения облако было сфотографировано на всех стадиях его развития (Рис. 1, 2, 3, 4).

Кроме того, использовался фотоэлектрический фотометр для измерения поверхностной яркости в центре облака. Последующая обработка снимков подтвердила все предварительные расчеты.

Этот эксперимент оказался чрезвычайно ценным для геофизики. Использование снимков облака дало возможность определять плотность земной атмосферы на высоте 440 км.

Наблюдаемая зависимость скорости расширения облака от времени (рис. 2) (обратно пропорциональная корню квадратному из времени) указывает, что во время эксперимента имел место процесс диффузии атомов натрия в атмосфере Земли. Теоретически можно вычислить, как должна со временем меняться концентрация атомов натрия в центре облака, исходя из принятого значения коэффициента диффузии, зависящего только от плотности атмосферы. Ту же зависимость можно получить и из наблюдений, а сравнивая их, найти наиболее вероятное значение концентрации атмосферных атомов.

Наиболее естественно предположить, что на таких высотах кислород полностью диссоциирован и составляет основную часть атмосферы. Далее, принимая, что температура на этой высоте около 1500° (это сейчас общепринято), найдем концентрацию атомов воздуха¹, которая равна $2,5 \cdot 10^8$ частиц/см³, а для плотности будем иметь значение $6,7 \cdot 10^{-15}$ г/см³.

¹ Следует отметить, что найденные нами значения очень слабо зависят от принятого значения температуры, ибо температура входит в формулу коэффициента диффузии в степени $1/2$.

разователями. С их помощью экспозиция могла быть сокращена в 15 раз. Подобные приборы по своей проникающей силе эквивалентны метровому телескопу, хотя в них использовался такой же объектив,

Полученное значение плотности хорошо согласуется с результатами определения плотности верхней атмосферы по торможению искусственных спутников (рис. 3). Метод диффузионного определения плотности верхней атмосферы очень удобен. Ведь по на-

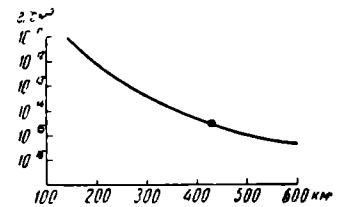


Рис. 3. Определение плотности верхней атмосферы по торможению искусственного спутника Земли. Точка на кривой — значение плотности, полученное диффузионным методом

блюдениям торможения спутников можно вычислить среднюю плотность за несколько оборотов. Сейчас установлено, что земная атмосфера испытывает суточные, сезонные и широтные вариации плотности. Диффузионный же метод дает значение концентрации атмосферных атомов на вполне определенной высоте в известный момент и в конкретной точке земного шара. Он может быть применен для широкого интервала высот, по-видимому, от 200 до 600 км. Ниже 200 км плотность атмосферы столь высока, что процесс диффузии будет продолжаться несколько часов, а так как опыт надо производить в сумерки, то мы не сможем его наблюдать полностью. Выше 600 км диффузия не будет происходить, так как атомы натрия испытывают столько соударений, что длина их свободного пробега станет соизмеримой с протяженностью облака¹.

После проведения успешных испытаний аппаратура для создания искусственной кометы была смонтирована на первой советской космической ракете. 3 января в 3 часа 56 мин. 20 сек. испаритель был включен. Так как расширение происходило в пустоте, то естественно, что первоначальная скорость расширения (около 2 км/сек) сохранялась постоянной, и через 20 сек. облако перестало быть видимым на фоне неба. За это время оно достигло размера около 100 км. Ясно, что создать облако подобных гигантских размеров из каких-нибудь твердых шариков, конечно, не представляется возможным.

Привязка координат облака к звездам, сделанная с большой точностью, позволила вычислить координаты ракеты, что важно для расчета ее траектории.

Метод искусственной кометы уже сейчас доказал свою эффективность. Однако он может быть значительно усовершенствован, что позволит сделать наблюдаемым путь будущего космического корабля. Будем надеяться, что это время уже близко.

В. Л. Курт
Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга (Москва)

¹ Заметим, кстати, что длина свободного пробега в нашем случае равнялась около 10 км.

ЭЛЕКТРЕТЫ

Долгие поиски электрического аналога постоянного магнита — электрета — увенчались успехом лишь в 1921 г., когда японский физик Егучи получил электрет при помощи охлаждения расплавленного карнауэского воска в сильном электрическом поле.

Электрет представляет собой диэлектрик, обычно имеющий форму диска, на противоположных сторонах которого созданы электрические заряды различного знака. Основное свойство электрета — это способность длительно сохранять наэлектризованное состояние, от нескольких месяцев до многих лет.

Электреты получены сейчас из многих веществ, свыше 60 диэлектриков с успехом испытано в этом отношении. В основном это органические диэлектрики, такие как воски, смолы и их смеси, полимеры. Неорганические вещества изучены хуже. Известны электреты из серы, сульфида цинка и др.; в последнее время в СССР получена большая группа электретов из поликристаллических неорганических диэлектриков¹ (керамические электреты).

Подавляющее большинство веществ, из которых могут быть получены электреты, представляют собой сложные гетерогенные поликристаллические или аморфные соединения. Однако известны электреты и из монокристаллов, например, из монокристаллов серы и антрацена.

В зависимости от способа получения электреты можно разделить на три группы. Чаще всего электреты получают при нагревании и последующем охлаждении соответствующих веществ в электрическом поле, расплавление диэлектрика при этом не существенно. Электреты, полученные таким способом, называют термoeлектретами. Существуют электреты из фотопроводящих диэлектриков. В этом случае необходимо освещение образца, помещенного в электрическое поле, а не его нагревание. Это — фотоэлектреты. Они сохраняют свои заряды только в темноте. Наконец, из некоторых керамических диэлектриков, а также люминофоров, можно получить более или менее стабильные электреты без специального нагре-

вания или освещения светом, а только под действием электрического поля; такие электреты по аналогии с термоэлектретами и фотоэлектретами могут быть названы электроэлектретами.

Большинство исследований¹ относится к термоэлектретами, поведение и свойства которых дают возможность наиболее полно изучить электретный эффект вообще.

Заряды электретов измеряют обычно либо с помощью метода электростатической индукции и его усложненных вариантов, либо методом деполяризации электрета (нагревание — термоэлектреты, освещение — фотоэлектреты). Метод электростатической индукции дает возможность измерить поверхностный заряд электрета; при деполяризации же обычно измеряется заряд, соответствующий остаточной, или «замерзшей» поляризации.

Поверхностная плотность заряда электретов лежит в пределах 10^{-10} — 10^{-6} к/см², величина остаточной поляризации может быть значительно больше (10^{-8} — 10^{-6} к/см²).

У термоэлектретов часто наблюдаются поверхностные заряды различного рода, одни из них, гетерозаряды, противоположны полярности напряжения, которое было приложено при получении электрета, другие — гомозаряды, совпадают с ней. В зависимости от природы исследуемого материала, величины поляризующего напряжения, толщины образца и его диэлектрической проницаемости можно получить электреты с тем или иным видом заряда.

Сейчас, основываясь на ряде экспериментальных данных, можно с достаточной уверенностью считать

что в общем случае все электреты имеют одновременно как гетерозаряды, так и гомозаряды, причем гетерозаряд (σ_1) соответствует остаточной, или «замерзшей» поляризации, а гомозаряд (σ_2) представляет собой свободный заряд диэлектрика. Поверхностный же заряд σ , измеряемый методом электростатической индукции, есть разность между этими двумя зарядами различной природы и может быть много меньше, чем каждый заряд в отдельности (рис. 1, 2).

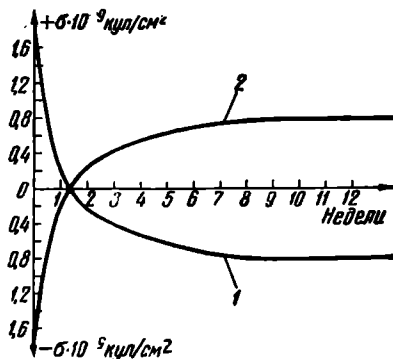


Рис. 1. Кривые зависимости заряда керамического электрета из $MgTiO_3$ от времени. 1 — сторона электрета, обращенная к минусу поляризующего напряжения, 2 — к плюсу

¹ См. «Известия Академии наук СССР, серия физическая», т. XXII, 1958. № 3, стр. 32.

¹ См. «Phil. Mag.», v. 20, 1935, № 136, p. 929; «Rev. Mod. Phys.», v. 20, 1948, pp. 457—472.

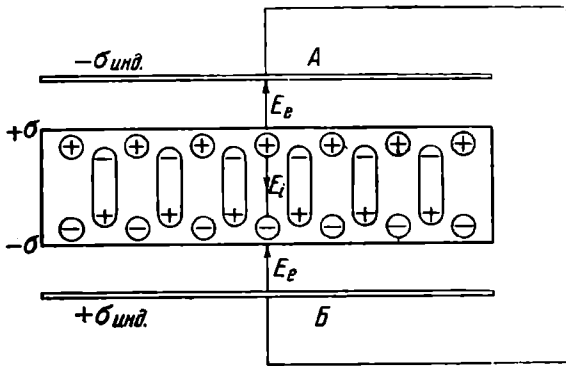


Рис. 2. Схематическое изображение зарядов и электрических полей в электрете, который хранится в закороченном состоянии. Диполи условно изображают связанные заряды (гетерозаряд), а кружки — свободные заряды (гомозаряд). А и Б — закорачивающие металлические электроды. σ — поверхностная плотность заряда электрета, $\sigma_{\text{инд}}$ — индуцированная плотность заряда, индуцированного на электродах. E_i — электрическое поле внутри электрета, E_e — электрическое поле в промежутке электрет — электроды

Разумеется, что знак σ будет определяться большим из этих зарядов. Изменение этого разностного заряда со временем и представлено на рис. 1.

Физическая природа остаточной поляризации электретов еще недостаточно хорошо изучена. Скорее всего, она создается путем «замораживания» полярных молекул диэлектрика, ориентированных электрическим полем или путем «замораживания» ионного и электронного объемного заряда, образующегося при помещении диэлектрика в электрическое поле. Не исключена также вероятность образования остаточной поляризации за счет наличия в диэлектрике отдельных произвольно поляризованных областей (доменов).

Величина поверхностного заряда электрета определяется пробивной прочностью газа, окружающего электрет, и поэтому не может превышать при нормальных условиях 10^{-8} к/см². В связи с этим при изменении атмосферного давления величина поверхностного заряда также соответствующим образом изменяется. Относительная влажность воздуха также влияет на величину измеряемого поверхностного заряда электретов. Это объясняется тем, что капли влаги, оседая на поверхности электрета, экранируют его заряд. Так, например, при относительной влажности 15% заряд керамических электретов в два раза больше, чем при влажности 35%, а при влажности выше 60% стремится к нулю.

Исследование распределения гетеро- и гомозаряда внутри электретов показало, что гетерозаряд расположен по всему объему электрета, в то время

как гомозаряд лежит только в тонком слое у поверхности образца.

Интересно отметить, что заряд электретов, изготовленных из восков, остается стабильным только в том случае, если электрет хранится закороченным (полюса постоянных магнитов тоже закорачивают при хранении). Закорачивание электретов осуществляется следующим образом: электрет или плотно обертывается металлической фольгой или, что то же самое, на его поверхности накладываются металлические электроды, соединенные между собой проводником. При этом на закорачивающих электродах, которые имеют одинаковый потенциал, индуцируются заряды, противоположные по знаку зарядам электрета (рис. 2). Поэтому электрическое поле, создаваемое электретом, почти целиком сосредоточивается в тонком зазоре между его поверхностью и закорачивающим электродом. Вследствие этого электрет не образует поля в окружающем его пространстве, а поле внутри него становится очень слабым. Первое обстоятельство предохраняет электрет от разряджения путем осаждения ионов, содержащихся в воздухе, на его поверхность, второе — от разряджения за счет внутренней электропроводности.

Однако в противоположность электретам из восков, стабильность керамических электретов не зависит от того, хранятся ли они закороченными, или нет. В связи с этим роль закорачивания в электретном эффекте становится не совсем ясной.

В результате изучения пьезоэффекта у керамических электретов установлено, что электреты могут иметь как квази-пьезоэффект, обусловленный изменением зазора электрет — электроды, так и истинный пьезоэффект, который связан с изменением остаточной поляризации.

При объяснении электретного эффекта первое предположение, какое можно сделать, состоит в том, что свободные заряды внутри диэлектрика при поляризации разделяются, и это ведет к появлению гетерозаряда; образование же гомозаряда может быть связано с переходом свободных зарядов из металлических электродов в диэлектрик. При понижении температуры (или отдалении источника света в случае фотовольтретов) проводимость диэлектрика резко уменьшается и образованные в нем заряды как бы «вмерзают». Однако расчет времени жизни электрета, исходя из сделанного предположения, не соответствует тому времени, которое наблюдается в действительности. Существующие молекулярные теории электретов неудовлетворительны. Поэтому в ряде работ развивалась феноменологическая теория электретов,¹ основанная на самых общих предполо-

¹ См. ЖТФ, т. XXVII, 1957, вып. 9, стр. 1954—1968.

жениях. Рассматривается электрет, который имеет остаточную поляризацию (гетерозаряд), убывающую со временем по некоторому закону, и свободный заряд (гомозаряд), способный изменяться во внутреннем поле электрета за счет его электропроводности. Для общности выводов считается, что электрет хранится в закороченном состоянии.

Согласно этой теории, обращение знака заряда, наблюдаемое у термоэлектретов (рис. 1), можно объяснить следующим образом. В начальный момент после поляризации «вмерзший» гетерозаряд электрета значительно больше, чем гомозаряд. Поэтому внутри электрета будет существовать сильное электрическое поле; свободные заряды будут смещаться в этом поле и экранировать гетерозаряд. В связи с этим измеряемый заряд электрета, т. е. разность между гетерозарядом и гомозарядом начнет уменьшаться. Спустя некоторое время после изготовления электрета свободные заряды полностью заэкранируют гетерозаряд, но не нейтрализуют его, так как природа этих зарядов различна (например, гетерозаряд может быть образован «концами» диполей, а гомозаряд — электронами). В это время измеряемый заряд электрета равен нулю. Затем, благодаря тому, что сам гетерозаряд уменьшается со временем, разностный заряд электрета изменит знак и будет расти по величине. Однако, с другой стороны, поле внутри электрета, которое теперь имеет противоположное направление, тоже будет расти и стремиться уменьшить свободный заряд. Поэтому заряд электрета не будет неограниченно расти, а дойдет до некоторой максимальной величины, при которой количество гетерозаряда, разбрасываемого тепловым движением в единицу времени, станет равным количеству свободного заряда, стекающего во внутреннем поле электрета. Затем заряд электрета останется практически постоянным.

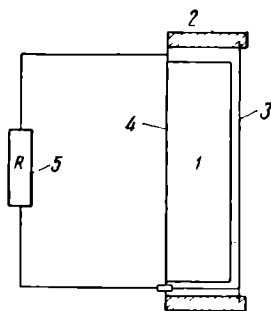


Рис. 3. Электретный микروفон. 1 — электрет; 2 — корпус (изолятор); 3 — мембрана; 4 — металлическое основание; 5 — внешняя нагрузка R

Экспериментальные результаты, полученные в настоящее время, подтверждают общие следствия феноменологической теории. На основании этих результатов можно считать, что электретный эффект у большинства исследованных веществ связан в основном с их большой остаточной поляризацией. Однако не исключена возможность электретного эффекта и у диэлектриков, которые не имеют

остаточной поляризации, при условии, что они хранятся закороченными и что электропроводность их может быть сделана весьма малой при определенных условиях хранения (например, при низких температурах).

Электреты могут найти и в ряде случаев уже нашли широкое применение в различных областях техники. Особенно перспективно их использование в качестве источников постоянного электрического поля. Действительно, между поверхностью электрета и металлическими электродами, имеющими одинаковый потенциал, создается электрическое поле E_e и на электродах образуется индуцированный заряд $\sigma_{\text{инд}}$ (рис. 2).

Вычисления показывают, что

$$\sigma_{\text{инд}} = \frac{k\sigma}{\frac{\epsilon l}{L} + 1},$$

где l — величина зазора между одной из поверхностей электрета и электродом (считаем, что зазор между другой поверхностью и электродом бесконечно мал), — L толщина электрета, ϵ — его диэлектрическая проницаемость, k — коэффициент пересчета единиц. Очевидно, что при изменении зазора l величина индуцированного заряда будет также изменяться. При периодическом изменении зазора l в цепи между электродами потечет переменный ток, частота которого будет равна частоте изменения зазора. Так как внутреннее сопротивление системы электрет — электроды велико (10^7 — 10^8 ом), то величина тока не будет зависеть от внешней нагрузки и мы будем иметь генератор переменного тока¹. Если электрод изготовить в виде тонкой

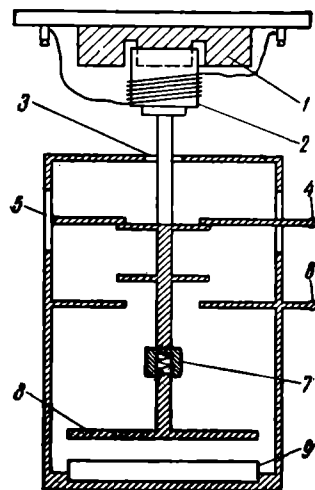


Рис. 4. Генератор высокого напряжения. 1 — постоянный магнит, 2 — катушка электромагнита, 3 — втулка из полистирола, 4 — электрод высокого потенциала, 5 — кольцо из полистирола, 6 — заземленный электрод, 7 — пружина, 8 — подвижный электрод, 9 — электрет

¹ Очевидно, периодически экранируя поле E_e с помощью металлического бисвинта, вращающегося в зазоре электрет — электрод, можно также создать генератор тока.

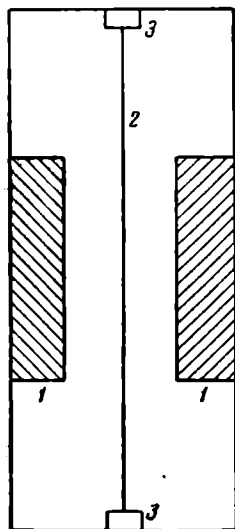


Рис. 5. Струнный электротометр. 1 — электреты, 2 — металлическая нить, 3 — изолирующие прокладки

металлической мембраны, способной колебаться от звуковых волн, то получим электретный микрофон. Принцип действия электретного микрофона можно понять из рис. 3. Благодаря высокому внутреннему сопротивлению, которым он обладает, сила звучания такого микрофона не зависит от сопротивления подводящих проводов. Колебания электрода могут произойти не только при присоединении его к какому-либо специальному генератору механических колебаний или при воздействии на него звуковых волн, но также при любых механических вибрациях и толчках (например, при вибрации пола в помещении, где находится электрет и т. п.) Таким образом, в этом случае мы будем иметь электретный датчик для измерения механических вибраций.

Если металлические электроды, закорачивающие электрет, присоединить к конденсатору и затем оторвать их от электрета, т. е. увеличить зазор l , то индуцированный на них заряд перейдет на конденсатор. Повторяя эту операцию много раз подряд, можно зарядить конденсатор до высокого потенциала, т. е. можно построить электростатический генератор. При определенных условиях разность потенциалов может достигнуть $\sim 10^5$ в. Один из вариантов такого электростатического генератора¹ показан на рис. 4.

Все эти приборы не нуждаются в источниках напряжения или тока, их действие основано на преобразовании механической энергии в электрическую, при помощи постоянного электрического поля электрета.

Благодаря наличию сильного электрического поля в зазоре между электродами и электретом, он может быть использован как пылеуловитель или фильтр для воздуха. Действительно, при пропускании пыльного воздуха через зазор l пылинки будут смещаться в поле электрета и осаждаться на его поверхности и на электроде.

При увеличении проводимости воздуха в зазоре l заряд уменьшится, так как ионы и электроны, обуславливающие электропроводность, будут осаждаться на поверхности электрета и экранировать его заряд. Если теперь снова уменьшить проводимость, то заряд восстановит свою величину. На этом принципе основано применение электретов в качестве дозиметров проникающей радиации (α -, β -, γ -лучей). При облучении электрета воздух в зазоре электрет — электроды ионизируется и проводимость его возрастает. По величине изменения заряда электрета, зная объем воздушного промежутка, можно определить интенсивность радиации.

Как уже указывалось выше, величина индуцированного заряда электрета определяется пробивной прочностью воздуха в зазоре электрет — электроды. В условиях неизменного давления воздуха величина заряда строго постоянна, если при этом также не меняется температура электрета и влажность воздуха. Это показывает, что электрет может быть использован для измерения атмосферного давления. Величина заряда электрета зависит также от относительной влажности окружающего электрет воздуха, причем эта зависимость может быть весьма резкой. Это дает возможность применять электреты в качестве гигрометров.

Большое применение могут найти электреты в различного рода электрометрах¹. Так, при помещении упругой металлической нити между электретом и металлическим электродом или между двумя электретами, обращенными один к другому противоположными зарядами, мы получим струнный электрометр без источников напряжения (рис. 5). Известен также вибрационный гальванометр на электретах.

Электрометр, представленный на рис. 6, является аналогом магнитно-электрического гальванометра с подвижным магнитом. Диск электрета 1 поворачивается во внешнем поле, которое создается раз-

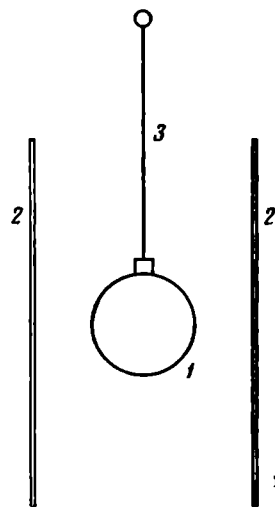


Рис. 6. Электрометр с подвешенным электретом. 1 — электрет, 2 — металлические пластины, на которые подается напряжение, 3 — упругая нить

¹ См. «El. Engin», v. 72, 1953, № 6, pp. 511—514.

¹ См. «Rev. Scient. Instr.», v. 11, 1940, №2, pp. 65—71.

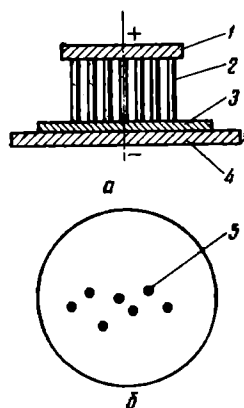


Рис. 7. Простейшее запоминающее устройство. Расположение электродов при поляризации (а): 1 — провод, 2 — металлические цилиндры, 3 — диэлектрик, 4 — материал. Расположение зарядов на поверхности диэлектрика после поляризации (б): б — электретный участок

ностью потенциалов на пластинах 2, причем угол поворота пропорционален приложенному напряжению. Чувствительность одного из таких приборов была равна 3,5 мм на вольт.

Этот же принцип может быть использован для создания электродвигателей на электретах.

Пьезоэффект электретов также может найти применение в целом ряде случаев, в частности, для пьезоэлементов с большим омическим сопротивлением. При деполяризации электретов через внешнюю цепь проходит кратковременный ток, величина которого может достигать 10^{-5} а. Если собрать батарею из многих электретов, то мощность ее

может быть весьма значительной. Это дает возможность применять электреты для кратковременного питания радиоаппаратуры. С успехом электреты могут использоваться также в электрозапоминающих системах благодаря их свойству «запоминать» потенциальный рельеф. На рис. 7 показана схема простейшего запоминающего устройства. Здесь диэлектрик «запомнит» то расположение металлических цилиндров, которое было при его поляризации.

Наконец, очень интересное применение электреты нашли в электрофотографии¹. Методика получения электрофотографических изображений на фотоэлектретах состоит в следующем. На алюминиевые пластины напыляется в вакууме слой поликристаллической серы толщиной 50 м (сера является фотоэлектретом). Эти слои поляризуются во внешнем электрическом поле при непрерывном освещении

светом через полупрозрачный электрод. Затем на полученный таким образом фотоэлектрет проектируется позитивное изображение. В результате экспозиции освещенные участки фотоэлектрета деполяризуются, а затемненные сохраняют первоначальную поляризацию. При этом, поскольку скорость деполяризации зависит от освещенности, образующееся скрытое изображение, обусловленное неравномерным распределением поляризации, может передавать полутона оригинала. Для проявления скрытого изображения использовался трибоэлектрический эффект: порошок асфальта смешивался с мелко раздробленными кристаллами поваренной соли. При этом частицы поваренной соли заряжались отрицательно, а асфальта — положительно. Если смесь этих двух порошков посыпать поверхность фотоэлектрета, то частицы смеси распределятся по ней в зависимости от величины и знака заряда в том или ином месте. Таким образом, скрытое изображение становится видимым.

Благодаря своей простоте описанный метод может найти широкое применение везде, где требуется быстро получить снимок (например, в рентгенокопии, для аэросъемок и т. п.). Пока трудно сказать что-нибудь определенное о преимуществах электрофотографии на фотоэлектретах перед электрофотографией на светочувствительном селене. Однако объемный характер распределения заряда в электретах говорит о том, что такие преимущества могут быть.

В заключение отметим, что между постоянными магнитами и электретами существует чисто внешняя аналогия: электрет аналогичен магнитному листку. Однако эта аналогия не выходит за рамки обычных представлений о внешнем формальном сходстве, которое имеет место между диэлектриком, помещенным в электрическое поле, и парамагнетиком, помещенным в магнитное поле.

А. Н. Губкин

Кандидат физико-математических наук

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР (Москва)

¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. 118, 1958, № 2, стр. 273.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ СЛЕДОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕРАХ

Пузырьковая камера в настоящее время является наиболее современным прибором для регистрации частиц высоких энергий¹.

На рис. 1 показан снимок треков заряженных частиц в пузырьковой камере, помещенной в магнитное поле. Это цепочки пузырьков, расположенные по спиральям различной кривизны.

При обработке снимков определяется кривизна траектории, углы рассеяния, длина треков, относительная плотность образования пузырьков, углы между следами и пр. По этим данным вычисляются значения импульса, энергии, массы, скорости и другие свойства частиц. Они же позволяют построить кинематические схемы ядерных реакций.

Фотографирование камеры ведется одновременно двумя, тремя или четырьмя объективами. Получив соответствующее число негативов, при обработке можно воспроизвести пространственную картину интересующего события.

Абсолютная точность измерений должна составлять в среднем $\pm (2-3)$ м. Относительная точность будет при этом около $1/10000$. С увеличением размеров камеры требование к относительной точности возрастает.

На первом этапе обработки снимков производится одновременное проектирование на общий экран нескольких снимков одного и того же трека, сделанных разными объективами. Если это делать при помощи той же оптической системы, через которую произведена съемка, и расстояния между объективами не изменились, то изображение трека получается в натуральную величину, а искажения, внесенные оптической системой, — минимальны.

Между проекционным устройством и экраном

помещается стекло для коррекции искажений, внесенных смотровым стеклом камеры.

Схема проектирующего устройства изображена на рис. 2.

Нетрудно показать, что оба изображения трека пересекутся на экране в той точке, которая будет удалена от проектирующих линз на столько же, на сколько эта точка трека в камере была удалена от объективов при съемке, конечно, при условии, что используется та же оптическая система и сохранены расстояния от пленок до объективов.

Изменяя расстояние от экрана до проектирующего устройства, добиваются совмещения начальной, нескольких промежуточных и конечной точек измеряемого трека. Координаты этих точек записы-

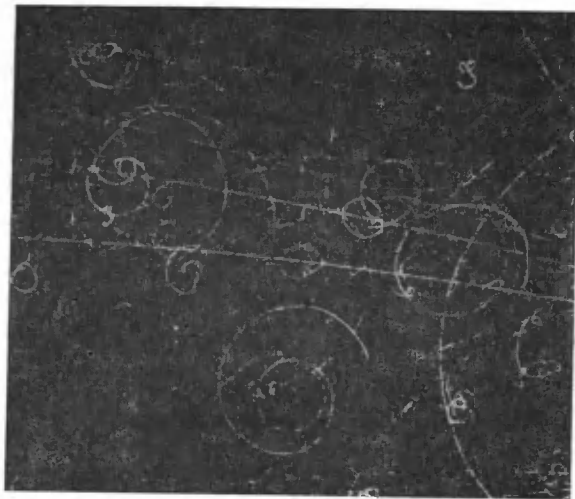


Рис. 1. Снимок треков заряженных частиц в пузырьковой камере, помещенной в магнитное поле

¹ См. «Природа», [1955, № 10, стр. 79—81; 1957, № 11, стр. 35—36.

ваются. Система координат обычно связывается с изображением специальных отметок, сделанных в углах на смотровом стекле и противоположной стенке камеры.

Если экран имеет достаточное число степеней свободы, то можно так подобрать его положение, что изображения трека совместятся во всех точках (если, конечно, трек лежит в одной плоскости). При помощи соответствующих шкал или измерительного инструмента можно непосредственно измерять координаты интересующих точек и нужные углы. Устройства, использующие такой принцип, называемые репроекторами и широко применяются.

На этом этапе обработки можно обойтись и без совмещения изображений трека. Достаточно записать по две координаты того или иного числа промежуточных точек (даже не обязательно соответственных), последовательно проектируя все негативы, а затем, зная геометрические условия съемки, вычислениями восстановить пространственную картину, т. е. найти по три координаты нескольких промежуточных точек трека.

Последний способ, хотя и наиболее трудоемкий, имеет преимущества перед первыми двумя в том, что измерения координат промежуточных точек трека таким способом легче поддаются автоматизации и не требуют кропотливого совмещения нескольких изображений одного трека. Каждое изображение обмеряется независимо одно от другого.

Следующий этап обработки состоит в том, чтобы по определенным в пространстве координатам последовательности точек трека найти его параметры, т. е. кривизну, углы рассеяния, длину отдельных участков и пр.

При нахождении кривизны траектории подразумевается, что путь частицы в плоскости, перпендикулярной магнитному полю, представляет окружность, кривизна которой наилучшим образом укладывается в координаты последовательности точек.

Последующие вычислительные операции: нахождение импульса частицы по уже определенной кривизне траектории и известной величине магнитного поля, идентификация массы, определение энергии, скорости распада, проверка энергетического ба-

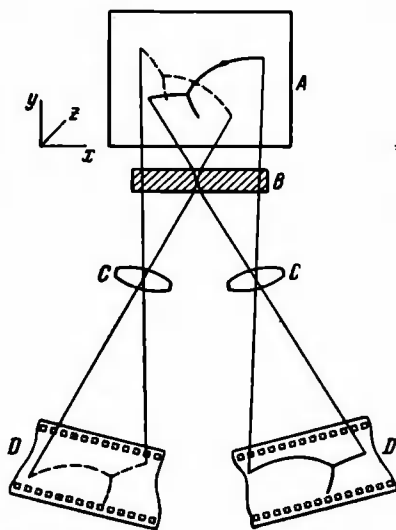


Рис. 2. Схема проектирующего устройства. А — экран, В — стекло для коррекции оптических искажений, С — проектирующие линзы, D — снимки в разных проекциях

ланса различных вариантов реакции и пр. — являются заключительным этапом обработки.

Обычно такая обработка «вручную» не производится потому, что для обсчета двух — трех сотен снимков по такой программе с введением всех возможных поправок потребовался бы колоссальный труд большого коллектива квалифицированных сотрудников.

Практически операции обработки приходится сильно упрощать и пренебрегать большинством поправок, снижая этим точность эксперимента.

Принципиально новые возможности открывает применение для вычислений, связанных с обработкой электронных счетных машин. Их быстроедействие и большой объем устройств памяти позволяют ускорить вычислительные операции в сотни раз

с одновременным расширением программы вычислений и введением всех необходимых поправок.

Остановимся подробнее на одном из вариантов устройства для автоматического измерения и записи координат точек трека.

На подвижном столе большого микроскопа (рис. 3) размещено электромеханическое или

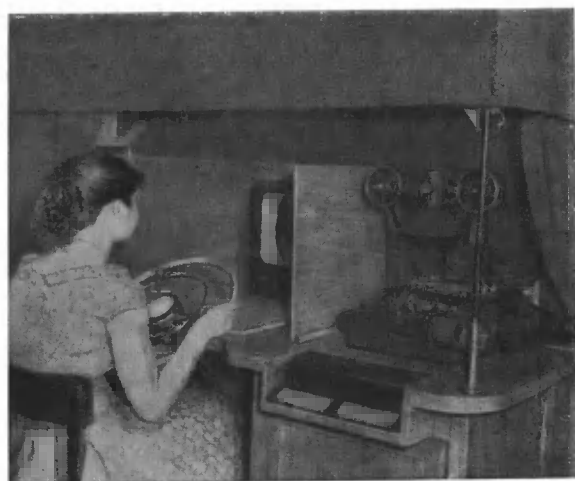


Рис. 3. Общий вид устройства для автоматической обработки снимков следов частиц в пузырьковых камерах

пневматическое устройство, надежно фиксирующее положение обрабатываемого участка фотопленки. Изображение трека при помощи интенсивного пучка света, объектива и системы из двух зеркал проектируется на плоскость стола перед оператором. Увеличение выбирается таким, чтобы размеры пузырька составляли 0,5—1,0 мм и оператор мог видеть значительную часть трека. Увеличенное изображение трека перед оператором также перемещается по направлению движения негатива. Небольшой участок спроектированного изображения (диаметром около 15 мм) через отверстие в столе попадает в поле зрения фотоголовки, которая находится под столом, и дает дополнительное увеличение в 15—20 раз с помощью оптической системы или телевизионного устройства. Этот участок оператор видит перед собой на экране одновременно с изображением неподвижного перекрестья. Продольная и поперечная скорости движения перемещаемого электромоторами стола микроскопа автоматически регулируются так, чтобы перекрестье всегда совпадало с осью изображения трека. Отсчет перемещений стола ведется по обоим направлениям электронными пересчетными схемами через 2,5—5 μ , а запись координат промежуточных точек, производимая через каждые 2 мм по длине трека, вводится в специальное устройство памяти.

По окончании измерений в устройстве памяти эти координаты стираются и печатаются телеграфным аппаратом «телетайп» на рулонную бумагу. Одновременно телетайп записывает их перфорированием на бумажную ленту. Перфорирование производится так, чтобы ленту можно было непосредственно вводить в электронную вычислительную машину.

Роль оператора при измерениях сводится к тому, чтобы отыскивать на пленке нужные кадры, устанавливать начало трека в поле зрения фотоголовки, контролировать работу следящего устройства и нажатием кнопки записывать координаты особых точек. Общая производительность по всем операциям обработки при использовании устройства для автоматических измерений и электронной вычислительной машины увеличивается по сравнению с обработкой «вручную» не менее чем в 80—100 раз.

В настоящее время действует только одно полностью автоматизированное устройство для обработки снимков пузырьковых камер («Франкенштейн», США). Разработки автоматических устройств ведутся в Европейской организации ядерных исследований¹ и в Советском Союзе.

Б. Н. Моисеев
Москва

¹ «Nuclear Instruments», 1958, vol. 2, № 2.

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ДИСЛОКАЦИЙ В МЕТАЛЛАХ

Прочность, а также ряд других механических и физических характеристик кристаллического вещества зависит от наличия в кристаллической решетке областей с искаженной структурой, которые обычно называют несовершенствами решетки. Основное влияние на прочность и пластичность оказывают несовершенства особого вида — дислокации¹. Считалось, что дислокации, вследствие незначительности их размера, недоступны непосредственному наблюдению ни в оптический, ни даже в электронный микроскоп. Между тем, подобные наблюдения представляют значительный интерес как с точки зрения подтверждения реальности существования дислокаций, так и с точки зрения изучения их свойств и поведения.

Долгое время осуществлялись лишь косвенные наблюдения дислокаций, например по пятнам (фигурам травления), появляющимся на протравливаемой поверхности кристалла и указывающим на места

выхода дислокаций на поверхность. В 1956 г. английскому ученому Ментеру удалось непосредственно наблюдать при помощи электронного микроскопа дислокации в кристаллах некоторых металлорганических соединений — фталоцианидов платины и меди¹. Эти соединения отличаются тем, что их кристаллическая решетка образуется не атомами, а сравнительно большими молекулами и поэтому примерно в 10 раз крупнее обычной решетки металла. Ориентируя кристалл относительно проходящего электронного пучка, Ментер получил на электронных микрофотографиях четкие полосы — изображение атомных (или в данном случае — молекулярных) плоскостей, отстоящих друг от друга примерно на 12 Å. На этих фотографиях можно было наблюдать краевые дислокации: некоторые плоскости (полоски) проходили не через всю фотографию, а заканчивались в ее пределах, т. е. были как бы вклю-

¹ См. «Природа», 1958, № 3, стр. 17.

¹ См. «Природа», 1957, № 4, стр. 78.

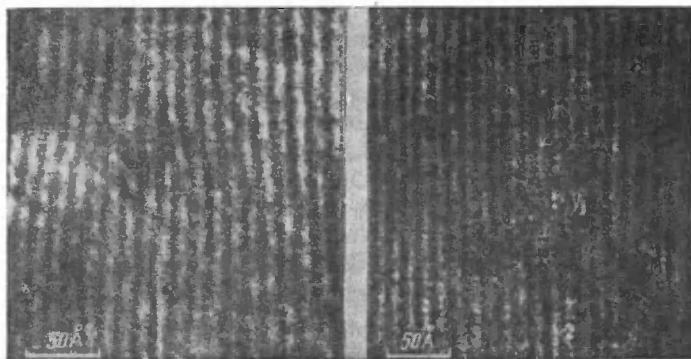


Рис. 1. Виды дислокаций в биметаллическом образце медь — золото. (Увелич. около 3 000 000)

нены между более регулярно идущими плоскостями. Область края такой вклиненной плоскости (полуплоскости) и является краевой дислокацией.

Нетрудно понять, почему молекулярные плоскости проектируются в виде полосок: при определенном повороте кристалла ряды молекул, лежащие более близко и более далеко, проектируются друг на друга в виде сплошной полоски, тем более, что в указанных соединениях расстояние между молекулами вдоль этих плоскостей в несколько раз меньше,¹ чем расстояния между самими плоскостями.

При всем интересе и всей значимости описанных наблюдений область их использования, очевидно, ограничена узким классом некоторых специфических соединений.

Дислокации непосредственно в кристаллической решетке металла удалось наблюдать несколько лет назад при помощи эмиссионного микроскопа. Принцип его устройства следующий: в центре вакуумированного сосуда со сферическим дном помещается образец — игла со сферическим кончиком. При приложении разности потенциалов к игле и к сосуду из атомов с поверхности иглы вырываются электроны, летящие радиально по прямой линии до встречи с поверхностью сосуда. В новейших ионизационных микроскопах вместо электронов используют ионы — заряженные атомы газа, образующиеся при осаждении на поверхность иглы атомов впускаемого в сосуд газа (обычно — гелия). Электроны или ионы, достигая покрытой эмульсией поверхности сосуда, вызывают ее свечение. Так как заряженные частицы летят только от атомов, на поверхности сосуда возникает доступное для фотографирования изображение атомной решетки конца иглы, которое во столько раз больше действительного размера

решетки, во сколько раз радиус сосуда больше радиуса закругления головки иглы.

Однако этому, на первый взгляд, весьма эффективному методу присущ ряд недостатков, крайне сужающих возможности его практического использования для наблюдений несовершенств кристаллической решетки. Во-первых, для получения больших увеличений при практически приемлемом размере трубки приходится брать крайне малые радиусы закругления головки иглы, что связано с чисто техническими трудностями. Во-вторых, возможно исследование лишь поверхностного слоя атомов, без проникновения в глубину кристалла. Наконец, из-за малости объекта — кончика иглы — на него

невозможно оказать механическое воздействие, что крайне важно в методике изучения дислокаций.

Поэтому совершенно исключительный интерес представляют последние работы Бассета, Менстера и Пашли¹, которым удалось осуществить наблюдение дислокаций различного типа и других несовершенств кристаллической решетки в решетках обычных металлов на образцах в виде тонких пленок сравнительно большой площади. Указанные ав-

¹ См. «Proc. Roy. Soc.», 1958, A 246, № 1246.

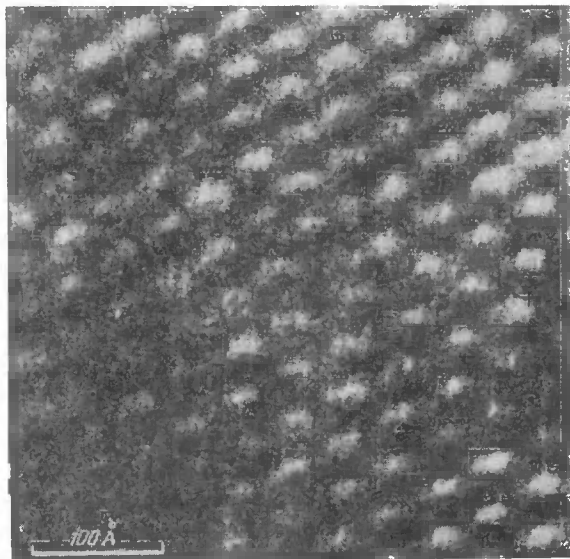


Рис. 2. Вид дислокации в биметаллическом образце палладий — золото. (Увелич. около 2 300 000)

торы использовали простое в принципе геометрическое явление. Если наложить друг на друга две системы параллельных линий с различными шагами d_1 и d_2 , то через определенные промежутки будут образовываться сгущения линий: шаг этих сгущений

$$\text{будет } d = \frac{d_1 d_2}{d_1 - d_2} \quad (\text{при } d_1 > d_2).$$

Чем меньше разница между d_1 и d_2 , тем больше окажется шаг сгущений d . Бассет с сотрудниками решил, что подобное явление удастся наблюдать, если пропустить электронный пучок через два тонких кристалла различных металлов, наложенных друг на друга. Такие биметаллические образцы можно получить, либо накладывая друг на друга две пленки одинаковой ориентации, либо осаждая слой одного металла на другой. Тонкие монокристаллические слои металлов площадью до 1 см^2 и толщиной около $200 \text{ \AA}$ Бассет с сотрудниками получал путем осаждения в вакууме паров металлов на свежеосколотую поверхность слюды.

При прохождении через биметаллическую пластинку электронного пучка электроны, встречаясь с атомами металлов, испытывают так называемую двойную дифракцию, в силу чего образуются как бы «тени» атомов и целых атомных плоскостей. В тех же местах, где атомы кристаллических решеток обоих металлов не лежат друг над другом, двойная дифракция не происходит и «тень» не возникает, поэтому период кристаллической решетки как бы растягивается; причем одновременно с увеличением периода (шага) совершенных участков решетки в той же пропорции увеличиваются и нарушения правильности строения решетки, что и

позволяет наблюдать их в увеличенном масштабе. Получаемые при этом изображения имеют некоторое сходство с муаром, что и дало повод назвать их муаровыми узорами параллельного смещения. Подобный же, правда, геометрически более сложный эффект увеличения наблюдаемых размеров несовершенств решетки можно получить и при наложении друг на друга двух монокристаллических пленок из одного и того же металла, но не в параллельной ориентации, а под некоторым углом друг к другу. Авторы назвали получающиеся в этом случае изображения муаровыми узорами поворота. На рис. 1 и 2 приведены типичные муаровые узоры, на которых легко заметить дислокации (вылиненные полушпикости), если наклонить лист и посмотреть на рисунок вдоль линий.

Так как современные электронные микроскопы имеют разрешающую способность порядка $3\text{--}5 \text{ \AA}$, т. е. позволяют разделять объекты, отстоящие друг от друга на это расстояние, то получающийся эффективный период решетки, равный для пар золото—палладий, золото—медь, золото—платина и др. $9 \text{ \AA}$ и более, вполне доступен непосредственному наблюдению в электронный микроскоп. При этом, как уже указывалось, удалось наблюдать не только краевые, но и другие типы дислокаций и несовершенств решетки.

Перспектива применения метода муаровых узоров для наблюдения несовершенств кристаллической решетки зависит от развития техники приготовления тонких монокристаллических образцов и умения манипулировать с ними.

В. Н. Г е м и н о в

Институт металлургии Академии наук СССР (Москва)

МАШИННАЯ ИНФОРМАЦИЯ В ХИМИИ

За последние годы быстродействующие электронные вычислительные машины начинают все шире применяться в самых различных областях науки и техники, притом для решения не только чисто расчетных задач. Эти машины используются для перевода с одного языка на другой, для экономического планирования, управления производством, для оценки ситуации и решения многих других логических задач.

Исключительный интерес представляет накопление и обработка научной информации при помощи быстродействующих электронных машин. Характерное для нашего времени быстрое развитие науки вызвало все возрастающий поток научной информа-

ции в виде книг, журнальных статей, патентов и пр. Особенно быстро растет накопленный запас и ежегодный поток научной информации в области химии и химической технологии. Хорошей иллюстрацией к сказанному является рис. 1, из которого наглядно видно возрастание объема химической информации по числу рефератов, ежегодно публикуемых в журнале «Chemical Abstracts» с 1907 по 1958 г. Это же видно и по публикациям в советском реферативном журнале «Химия» (включая биохимию), опубликовавшем в 1957 г. 106 тысяч рефератов, а в 1958 г. уже 117,2 тысячи.

Вследствие этого все множество описанных в литературе сведений о свойствах химических

соединений стало чрезвычайно трудно обозримым, несмотря даже на такие эффективные вспомогательные средства, как справочники, реферативные журналы и их указатели. Еще более усилилась трудность поиска необходимой информации, когда масса физико-химических данных быстро нарастающими темпами стала пополняться результатами испытаний химических соединений и их комбинаций для различных прикладных целей. Это, в свою очередь, вызвало появление множества работ, направленных на целеустремленный синтез новых соединений, сплавов и пр., обладающих теми или иными специфическими свойствами — физиологической или каталитической активностью, коррозионной стойкостью, заданным цветом и т. д. Одно и то же соединение, например, может быть испытано в различных условиях по отношению к самым разнообразным живым организмам с целью выявления самых различных видов физиологической активности. Все эти испытания представляют большой научный и практический интерес. Легко понять, что совокупность результатов испытаний многих десятков тысяч соединений представляют собой «непроходимый лес», хорошо ориентироваться в котором без механизации процесса поиска уже практически невозможно. Особенно затрудняется дело тем, что при такого рода поисках обычно требуется установить не какое-либо индивидуальное соединение, а выявить все описанные в литературе вещества с определенными характерными фрагментами структуры.

Допустим, например, что необходимо выявить все соединения, содержащие бензольное кольцо, связанное с окси-группой и не менее чем с двумя атомами хлора, но не имеющее в боковой цепи фрагмента

$$\begin{array}{c} & & \text{OH} \\ & & | \\ > \text{N} - \text{C} - \text{C} - \text{C} = \text{O} \\ & \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \end{array} \quad (\beta\text{-аминокислота}).$$

Это нельзя выполнить, если пользоваться предметным и формульным указателем любого справочника или реферативного журнала. Точно так же из-за распыления сведений о каком-либо одном веществе или химическом процессе в различных журналах и книгах, крайне трудно, пользуясь указателем, найти класс соединений или индивидуальное вещество, обладающее какой-либо сложной совокупностью некоторого числа не связанных логическими соотношениями свойств и признаков. Например, требуется выбрать все соединения желтого цвета, не содержащие атомов хлора, плавящиеся в интервале температур 170—175° Ц, растворяющиеся в сероуглероде, но не растворяющиеся в пиридине, с упругостью паров при температуре 175° Ц не выше 300 мм и не взаимодействующие с кадмием и

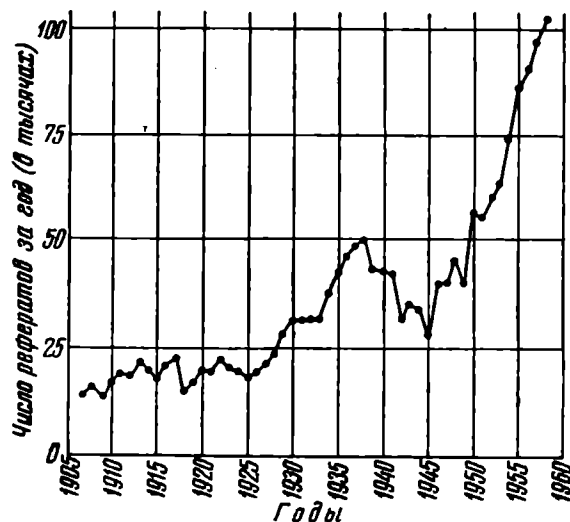
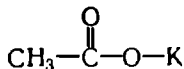
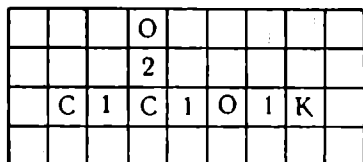
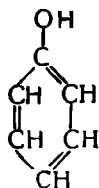
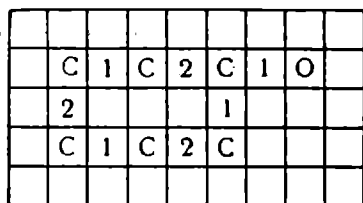


Рис. 1. Ежегодное количество научных публикаций по химии и химической технологии во всем мире (по числу рефератов в «Chemical Abstracts»)

цинком. Обычным путем выполнить такое задание практически невозможно. Поэтому очень интересны и перспективны результаты первых экспериментов по использованию быстродействующих электронных вычислительных машин для справочно-информационных целей в области химии. Эти опыты были проведены не на специально построенных для информационных целей, а на обычных вычислительных электронных машинах, работающих по особой программе.

А. Оплер и Т. Нортон¹ при помощи разработанной ими системы шифровки закодировали структурные формулы химических соединений в ряд двойных чисел, т. е. в последовательность нулей и единиц, которым в работе машины соответствует отсутствие или наличие электрических импульсов. Закодированные таким образом структурные формулы вместе с их порядковыми номерами и брутто-формулами были записаны на магнитную ленту, выполняющую в данном случае роль машинной «памяти». Вопрос в форме некоторого требуемого фрагмента структуры (или некоторого более общего структурного признака) вводился в машину также в закодированном виде, после чего машина начала просматривать все записи на магнитной ленте и сравнивать шифр каждой записи с шифром структурного фрагмента, заданного в вопросе. Путем ряда сложных вычислений и сравнений (около 1200 операций над каждым записанным соединением)

¹ См. «Chem. Eng. News», 1956, vol. 34, p. 2812; 1957, vol. 35, p. 92.



а

б

Рис. 2. а — структурные формулы фенола и ацетата калия, напечатанные машиной в опытах Уальдо и Де Беккера; б — структурные формулы тех же соединений в обычной форме

машина в конечном итоге автоматически печатала порядковые номера или названия соединений, удовлетворяющих поисковому предписанию. Вся операция от момента ввода вопроса до получения напечатанного ответа при поиске среди 10 000 соединений длилась около одной минуты, а вместе с кодированием вопроса — всего десять — пятнадцать минут.

Уальдо и Де Беккер¹ использовали вычислительную электронную машину для накопления и сопоставления информации. На магнитную ленту ими записывались непосредственно данные лабораторных журналов различных отделов исследовательской лаборатории. Из одного отдела поступали в машину сведения о строении и физико-химических свойствах вновь синтезированных соединений, а из других отделов — сведения об испытаниях этих соединений на живых организмах для выяснения их физиологической активности. Основываясь на запасе сведений, хранимых в «памяти», машина за несколько минут автоматически печатала ответы на самые различные вопросы: какие соединения были испытаны на один вид физиологической активности, но не были испытаны на другой; наличие какой функциональной группы сопряжено с тем или иным видом физиологической активности, величина которой превышает некоторое заданное значение, и т. п. Машина печатала не только названия или порядковые номера соединений, но и их структурные формулы, правда, в несколько непривычном для химиков виде. На рис. 2 в качестве примера показаны такие структурные формулы фенола и ацетата калия. Здесь цифры между атомами означают вид связи, а атомы водорода не пишутся.

¹ См. «Pr. of papers for the Intern. Conference on Scient Inform.» 1958, area IV, Washington, p. 49.

В своем докладе на состоявшейся в конце ноября 1958 г. Международной конференции по вопросам научной информации А. Оплер¹ сообщал, что им разрабатывается способ вывода из машины структурных формул соединений путем их проектирования в привычной для химика форме на экран электронно-лучевой трубки.

Эксперименты Оплера, Уальдо и Де Беккера показали жизнеспособность использования быстродействующих электронных машин для поиска и обработки химической научной информации.

В настоящее время поставлен вопрос о создании специальных электронных информационных машин, отличающихся от обычных вычислительных более развитой «логикой», т. е. специальными устройствами для более быстрого решения логических задач и очень большим объемом «памяти». Применяемая в современных машинах запись информации на магнитных лентах и магнитных барабанах требует специального механического привода и связана со значительной потерей времени на поиски нужных сведений. Так, время «считывания» информации с магнитной ленты из-за необходимости ее перемотки измеряется десятками, а иногда и сотнями секунд. Для специальных информационных машин требуется неподвижная «память», просмотр сведений в которой будет занимать доли секунды.

В Лаборатории электро моделирования Академии наук СССР под руководством проф. Л. И. Гутенмахера разработана такая неподвижная долговременная «память», представляющая собой систему матриц из микроконденсаторов, образованных соприкасанием металлических пятен на противоположных сторонах листа специальной бумаги². Перфорированное пятно соответствует нулю, а неперфорированное — единице. Пакет из листов с такими микроконденсаторами объемом в 1 м³ содержит 1,5 · 10⁶ двоичных знаков или, как часто говорят, единиц информации.

Создание информационных электронных машин для химии позволит сэкономить много высококвалифицированного умственного труда и даст возможность химикам еще шире заниматься творческой исследовательской работой.

Г. Э. В л а д у ц

Кандидат химических наук

А. Л. С е й ф е р

Кандидат химических наук

Лаборатория электро моделирования Академии наук СССР (Москва)

¹ См. «Pr. of papers for the Intern. Conference on Scient Inform.» 1958, area IV, Washington, p. 37.

² См. Сборник «Сессия Академии наук СССР по научным проблемам автоматизации производства», Изд-во АН СССР, т. 3, 1957 и «Вестник Академии наук СССР», 1957, № 10, стр. 88.

ГЛЮТАМИНАТ НАТРИЯ — ЦЕННЫЙ ВКУСОВОЙ ПРОДУКТ

Вкусовые вещества играют большую роль в питании человека. Вкусная, хорошо приготовленная и красиво поданная пища возбуждает аппетит, лучше переваривается и усваивается. Давно установлено, что есть вещества, которые, возбуждая аппетит и усиливая сокоотделение желудка, тем самым помогают организму полнее усваивать пищу. В течение столетий человек отбирал и использовал в своей диете различные вкусовые вещества, сначала готовые, встречающиеся в природе, а впоследствии получаемые в промышленных масштабах. К таким веществам относятся, в частности, глютаминовая кислота и ее моноватриевая соль — глютаминат натрия. В течение столетий в Китае и Японии для улучшения вкуса пищи, которая в этих странах состоит в основном из риса, соевых бобов и овощей, применялись некоторые типы сушеных морских водорослей и сушеная рыба. Несмотря на слегка неприятный привкус, который придают пище высушенные и перетертые в порошок водоросли, вкус слишком пресной пищи они все же улучшают.

Способностью водорослей улучшать вкусовые качества вегетарианских блюд заинтересовались и японские ученые. В начале XX в. они установили, что морские водоросли содержат глютаминовую кислоту, и в апреле 1909 г. д-р Кикунэ Икеда взял первый патент на получение и использование вещества под названием «производство вкусового продукта». С тех пор глютаминат натрия нашел широкое применение в ряде стран, в том числе и европейских. В Японии он стал повседневной приправой, как у нас соль и сахар (по-японски он называется «аджи-но-мото», что означает «сущность вкуса»).

Широко применяется глютаминовая кислота и в медицине. Она принадлежит к важнейшим веществам, необходимым для нормального протекания биохимических процессов в организме человека, и при ее недостатке нарушается обмен веществ. Глютаминовая кислота служит питанием для клеток головного мозга и поэтому применяется в тяжелых случаях истощения нервной системы, при усталости и потере памяти, аммиачном отравлении. Наряду с другими лечебными препаратами, ее применяют при детских нервных заболеваниях, в частности, при полиомиелите, эпилепсии, при некоторых психических заболеваниях, а также при задержке развития. Моноватриевую соль (глютаминат натрия) применяют также в качестве консерванта крови.

Для пищевой промышленности глютаминат натрия представляет большой интерес. В определенных

концентрациях он создает вкусовую иллюзию куриного мяса, немясным блюдам придает мясной вкус, а будучи прибавлен к различным пищевым продуктам, более полно раскрывает и улучшает их естественный вкус, аромат и качество. Наибольшее количество глютаминовой кислоты обнаружено в грибах, чем и объясняется пикантный вкус блюд, к которым добавляются грибы. Специфический вкус или особое свойство глютамината натрия известно под названием «глютаминового эффекта». Этот эффект связан со стимуляцией вкусовых нервов; он вызывает особое вкусовое ощущение, приближающееся к чувству насыщения.

Опыты показали также, что глютаминат натрия способен смягчать горечь лука, сырой запах овощей, ликвидировать специфический вкус вареного риса, горький вкус некоторых блюд и т. д. Ценность этого продукта и широкое распространение его в самых различных странах подтверждается громадными цифрами производства. В США, например, производят 8500 т глютамината натрия в год, в Японии — 10 000 т, в Китае — 3500 т (1957).

Глютаминат натрия широко применяется почти во всех странах мира для улучшения вкусовых качеств разнообразных мясных, овощных и крупяных блюд, свежих и замороженных овощей, мясных и овощных консервов, рыбы, солений и маринованных продуктов, маргарина, сыра, пищевых концентратов и других продуктов. Особенно целесообразно его применять в замороженных мясопродуктах и овощах, которые теряют первоначальные вкусовые свойства в процессе хранения. Добавление глютамината натрия к пищевым продуктам имеет также питательно-физиологическое значение и особенно полезно для истощенного организма.

В США глютаминат натрия используют: в консервированных мясных продуктах (1 млн. фунтов), в консервированных супах (2 млн. фунтов), в ресторанах (1 млн. фунтов) и некоторое количество в пивоваренной промышленности (данные 1957 г.). Один из основных потребителей глютамината натрия — американская армия. Однообразие военнопольных рационов представляет собой серьезную проблему, поэтому интендантская служба в США настойчиво работает над изысканием новых способов применения глютамината натрия в рационах из консервированных продуктов. По данным американской печати, в настоящее время глютаминат натрия широко разрекламирован, и потребители проявляют большой интерес к пищевым продуктам, в которые он входит. Для добавления глютамината

натрия в консервы не требуется никаких дополнительных процессов обработки. Он добавляется на той же стадии технологического процесса, что соль, сахар и др. приправы. Различные пищевые продукты требуют разного количества глютамината натрия. Обычно для большинства продуктов пределы добавления глютамината натрия приближаются к 0,1—0,5% веса продукта. У нас в СССР был проведен ряд дегустаций продуктов с содержанием глютамината натрия. Всесоюзным научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности установлены средние балльные оценки дегустируемых продуктов, которые намного выше контрольных. На основе проведенной работы разработаны нормы дозировки глютамината натрия в консервы и пищевые концентраты.

Производство глютамината натрия основано на гидролизе белкового сырья — клейковины пшеницы, соевого шрота, отходов свеклосахарного производства и т. д.

Заслуживает внимания тот факт, что, вследствие высокой стоимости глютамината натрия, в ряде стран разработаны его заменители. В частности, в Канаде рекламируется Flavolin — вещество, идентичное глютамину (глютаминату натрия) и служащее его заменителем.

В СССР глютаминовая кислота для медицин-

ских целей производится в небольшом количестве, в качестве исходного сырья используется молочный белок. Потребность медицинской промышленности удовлетворяется только на 5%. Между тем в нашей стране есть неограниченные возможности для производства этих ценных продуктов. В настоящее время отходы свеклосахарных предприятий (меласса) перерабатываются только на спирт, т. е. из мелассы извлекается только сахар, а остальные компоненты не используются и теряются. Однако из мелассы можно производить ряд других, более ценных продуктов, таких как глютаминовая кислота и глютаминат натрия, бетаин, углекислота, глицерин, дрожжи пищевые и кормовые, поташ, сернокислый аммоний и другие соединения. Поскольку актуальнейшей задачей является непрерывное улучшение вкусовых достоинств пищевых продуктов, представляется целесообразным и своевременным поднять вопрос об организации в СССР промышленного производства глютамината натрия и глютаминовой кислоты для полнейшего удовлетворения потребностей медицинской и пищевой промышленности, системы общественного питания и торговли.

М. А. Б а б а я н

Государственный научно-технический комитет Совета Министров Армянской ССР (Ереван)

ПАВОДКИ И НАВОДНЕНИЯ

Паводки — повсеместно распространенное явление природы, весьма сложное по своему образованию и воздействию на окружающую среду. Сопровождаемые стихийными наводнениями паводки наносят большой ущерб, затопляя города, селения, посевы, разрушая здания и сооружения; нередко паводки приводят к человеческим жертвам.

Режим речного стока, под которым понимается изменчивость стока во времени, зависит от условий питания, основной источник которого — выпадающие атмосферные осадки. В режиме рек наших широт обычно выделяют следующие фазы: весеннее половодье, отличающееся резким повышением расходов воды и значительным поверхностным стоком за счет таяния накопленных зимой запасов снега; период летней межени, обычно с низкими водами; осенний период, связанный с повышением поверхностного стока за счет увеличения расхода воды и сокращения испарения и транспирации; зимний режим, который начинается с появления на реках льда и заканчивается при первой интенсивной прибыли талой воды.

Иногда за межень принимают период стока (подземных и поверхностных вод), во время которого отсутствуют паводки.

Для наших рек типично ясно выраженное весеннее половодье, а также большая изменчивость стока по сезонам года. Внутригодовое распределение стока по территории зависит в основном от климатических условий, а также от местных факторов: размера и формы бассейна, рельефа, наличия леса, болот, озер и т. п. По направлению с севера на юг в равнинных частях Союза наблюдается общее понижение величины годового стока при увеличении удельного веса весеннего стока. Действительно, основная масса вод у большинства наших рек проходит в весеннее время. Доля весеннего стока составляет на Волге (Горький) 53%, на Оке (Орел) 72%, на Ингульце (с. А.-Степановка) 82%. В степных районах Юго-Востока Европейской части Союза, например на реках Большой и Малый Узень, почти весь сток проходит весной; еще более резко это выражено в северных районах Прикаспия. И только

реки, питающиеся за счет таяния снега и ледников в горах, особенно полноводны в летние месяцы. Таковы и «гранитные» реки пустыни. Резкие и значительные подъемы уровня воды в реках происходят обычно от существенного увеличения водного питания. Чаще всего паводки связаны с атмосферными осадками; таковы, например, снеговые, ливневые, дождевые. Бывают также паводки от интенсивного таяния ледников, селевые паводки, от нагонных ветров, от прорыва гидротехнических сооружений, от землетрясений, вулканических извержений и смешанного происхождения.

Неравномерность водного режима рек в многолетнем ряду и внутригода существенно ограничивают возможность хозяйственного использования водных ресурсов для водоснабжения, мелиорации, энергетики и т. п. Поэтому необходимо применять различные способы регулирования стока и строить сооружения для пропуска расходов воды паводков и предохранения местности от наводнений.

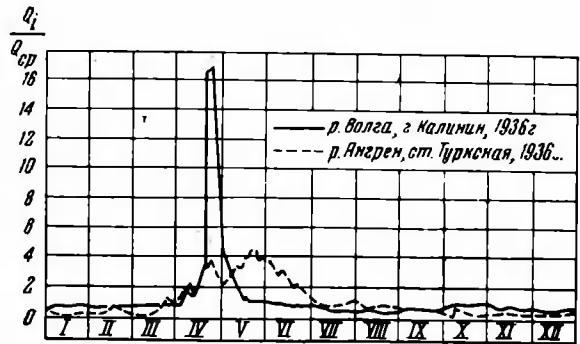
К регулярным умеренным паводкам люди приспособились и используют их воды для различных хозяйственных нужд как в естественном виде, так и в зарегулированном состоянии. Классическим примером благотворного воздействия паводка может служить Египет, где ежегодные разливы Нила служат источником жизни сельскохозяйственного населения.

Паводки на равнинных наших реках в естественных условиях обогащают илом долины, улучшают структуру почв, повышают их плодородие, способствуют развитию богатой растительности на заливных лугах. Но необузданные паводки на крупных реках подчас оканчиваются катастрофически.

Огромные бедствия причиняли наводнения в Китае, особенно наводнения р. Хуанхэ. За три тысячи с лишним лет произошло 1500 прорывов дамб и наводнений, 26 раз эта река меняла свое русло, блуждая в разные стороны.

Во Вьетнаме борьба с наводнениями и засухой — одна из главных жизненных задач. Паводки на р. Красной, в дельте которой живет и трудится более половины всего населения страны, приносят народу и хозяйству неисчислимые потери.

За последние годы в результате обильных летних дождей стихийным бедствиям подверглись многие страны в Европе. Наводнение 1954 г. в Баварии, по мнению наблюдателей, явилось наиболее сильным во всей Центральной Европе за последние несколько столетий. Катастрофический характер имели наводнения в ряде районов Австрии и Венгрии. Наводнение на Дунае сопровождалось столь бурным разливом, которого в Венгрии не было с 1838 г. Обильные осадки и резкий подъем воды на



Сравнительные гидрографы рек Волги и Ангrena (по А. В. Огиевскому), в долях от среднегодового расхода

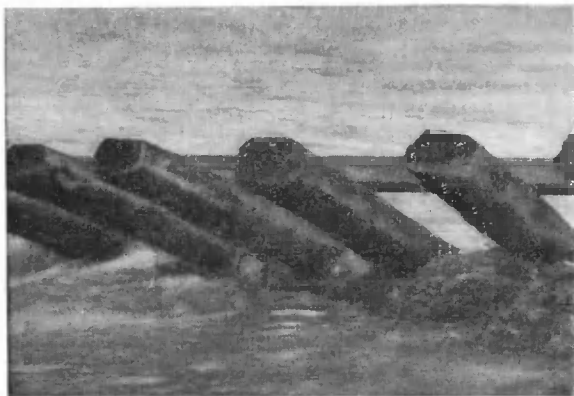
притоках Дуная вызвали затопление ряда населенных пунктов в Чехословакии. То же отмечено в некоторых местах Италии и в других странах. Вызванное ливнями наводнение в районах устья р. По затопило 8 тыс. га земли, и 2500 семей были вынуждены покинуть свои жилища.

Сильные грозовые ливни, вызвавшие затопление городов, повреждение посевов и другие бедствия, в 1957 г. прошли в Южной Англии, во Франции; особенно серьезно пострадали долины Французских Альп.

В большинстве речных бассейнов Советского Союза (например, Волги, Днепра, Печоры, Оби, Иртыша и др.) наиболее существенны весенние паводки снегового происхождения. В южных районах, а также в некоторых восточных районах Сибири (например, бассейн Амура) велики паводки дождевого и ливневого происхождения. Ливни также дают высокие паводки в небольших по площади водосборах средней полосы. Доминирующая роль ледникового питания свойственна паводкам на южных



Наводнение в Западной Европе в 1957 г.



Разрыв железнодорожной линии

реках в высокогорных районах. В этих же районах могут иметь серьезное значение и селевые паводки.

Известны случаи больших катастроф, причиненных селями во многих странах Европы, Азии, Америки. У нас селевые паводки заметно проявляются в Средней Азии (страшное разрушение города Верного, ныне Алма-Аты, в 1760, 1841 и 1921 гг.), на Кавказе, в Карпатах и других местах. Это показывает, насколько важны вопросы всестороннего изучения паводков, чтобы научиться правильно их оценивать и управлять ими, полезно применяя водные ресурсы. Борьба со стихийными бедствиями, причиняемыми паводками, должна быть объединена с комплексом мер по использованию водных ресурсов, обеспечивающих увеличение продукции сельскохозяйственного производства, получение новых источников энергии, развитие промышленности и водных путей сообщения. К числу этих мер относятся регулирование водного режима рек и других водотоков при помощи сооружений и устройств, задержание паводковых вод и замедление поверхностного стока на водосборах. Широко распространены также разного рода берегоукрепительные и русловыправительные работы: устройство ограждающих дамб и валов, спрямление рек, использование рукавов, протоков, проведение каналов, применение «одежды» берегов и т. н.

Важное место в борьбе с паводками отводится регулированию стока на водосборе системой сельскохозяйственных и лесохозяйственных мер: введение глубокой правильной пахоты, снегозадержания, искусственного лесонасаждения и других агротехнических приемов, одновременно предохраняющих почвы от эрозии.

Обвалование, как наиболее распространенное средство борьбы с катастрофическими паводками и наводнениями, с давних пор широко развито в

Китае. В частности, на р. Янцзы по обоим берегам ее построены дамбы протяжением 3160 км; низовые притоки Янцзы также ограждены дамбами, соединяющимися с обвалованием основной реки. В нашей стране обвалование применяется на Волго-Ахтубинской пойме и по берегам рек Днестра, Кубани, Терека и некоторых других.

Наиболее существенную роль в борьбе с вредным последствием высоких паводков имеют водохранилища, аккумулирующие паводковый сток. Задержанные высокими плотинами воды затем используются для различных хозяйственных нужд. Возводимые на наших реках мощные гидроузлы: на Волге (Куйбышевский, Сталинградский), на Днепре (у Запорожья, Каховский), Дону (Цымлянский), Оби (Новосибирский), Енисее (Братский) и многие другие, — решая важнейшие задачи комплексного использования водных ресурсов, одновременно в той или иной мере регулируют паводковый сток и тем предохраняют от катастрофических наводнений.

В Китае построено Гуантинское водохранилище емкостью 2,27 млрд. м³ — главное гидротехническое сооружение для борьбы с паводками на р. Юндинхэ и для использования ее водных ресурсов; вода на водохранилища поступает на гидроэлектростанцию и водоприемные сооружения для снабжения водой промышленности и населения Пекина. Строится Дахованское водохранилище на Северо-Востоке Китая емкостью 2,03 млрд. м³, которое будет использовано для задержания паводковых вод, а также оросит 30 тыс. га земель и даст в среднем за год 120 млн. кВт-ч электроэнергии. Создаются также регулирующие районы для аккумуляции паводков с использованием впадин и озер, оборудованные сбросами, шлюзами и другими сооружениями.

Проблема паводков охватывает широкую область натуральных и теоретических исследований по образованию и движению масс паводковых вод, их взаимодействию с различными сооружениями и устройствами, по борьбе с разрушительным действием и использованием вод. Знание закономерностей режима паводков и обоснованная оценка действительных размеров расходов и объемов воды совершенно необходимы для проектирования и строительства сооружений, связанных с использованием водных ресурсов.

Первоначально изучение максимального стока и расходов воды возникло в виде гидрометрических и морфометрических изысканий на реках, в связи со строительством мостов для дорожных линий. Затем, в связи с развитием хозяйства страны — мелиорации земель, транспортных путей, гидроэнергетики, городского и промышленного водоснабжения и др., интерес к этой проблеме все повышался.

Соответственно расширялись масштабы изыскательских работ и натурных наблюдений, а также совершенствовались и углублялись методы определения максимального стока и условий его образования.

В настоящее время в Совете по проблемам водного хозяйства Академии наук СССР при участии производственных организаций заканчивается разработка норм и технических условий для расчета максимальных расходов воды при проектировании гидротехнических сооружений на реках, которые подводят определенный итог ответственному этапу в изучении проблемы паводков.

В решении проблемы паводков важнейшее место принадлежит раскрытию связи между природными условиями формирования паводков и их размерами; это достигается правильным сочетанием теоретических исследований с натурными наблюдениями. Для рек с паводками снегового происхождения разработана методика расчета максимальных расходов воды, дающая возможность учитывать климатические, геоморфологические, гидравлические и некоторые другие важные стороны природной и хозяйственной обстановки. Методика основана на выявленной аналитической связи факторов происхождения и формирования паводка, которая получается путем решения дифференциальных уравнений движения водного потока. Эта связь учитывает различные типы распределения русловой сети на водосборе, разные формы поперечных сечений русла, выведенные закономерности снеготаяния и прочие важные факторы формирования стока. В итоге были даны формулы для практического определения величин максимального расхода и скорости прохождения снеговых паводков на речной сети. Эта формула имеет вид:

$$Q = bH^{1/2} \varphi \lambda m_{\alpha}^{-1/2} l^{1/2} I^{1/2} \frac{B^{1/2}}{L^{1/2}} F,$$

причем множители обозначают параметры природной обстановки: F , L , B , I и j — геоморфологические, m_{α} — гидравлические, λ — залесенность бас-



Последствия наводнения в горной долине

сейна, φ и H — климатические, b — обеспеченность расхода. Эти параметры формулы берутся непосредственно по материалам соответствующих изысканий.

Сопоставление величин расходов воды, определенных по этому методу, с данными непосредственных наблюдений на пунктах гидрометрической сети для водосборов основных рек Европейской части Союза (Волга с Камой и Окой, Днепр, Дон, Урал, Печора, Северная Двина, Западная Двина и др.) показало их практическое удовлетворительное совпадение, что достаточно характеризует достоверность разработанного метода.

Развитие водохозяйственных работ в ряде стран дало известные плоды: уменьшен вред, приносимый стихийными бедствиями, мощное развитие получило разнообразное отраслевое использование водных ресурсов. Необходимо дальнейшее углубленное изучение паводков и наводнений, чтобы покончить с необузданным проявлением сил водной стихии.

И. А. Кузнецов

Кандидат технических наук

Совет по проблемам водного хозяйства Академии наук СССР (Москва)

ЛЕС И КЛИМАТ

Лес — один из главных факторов, воздействующих на климат. При помощи географического перераспределения леса создается возможность активного преобразования климата. Вместе с тем, нет, пожалуй, ни одного вопроса в климатологии, который вызывал бы так много споров, как влияние леса на климат. Противоречивый характер высказываемых суждений в этой области проистекает главным образом от несовершенства или, лучше сказать,

ограниченности метода, применяемого обычно при такого рода исследованиях. В самом деле, до настоящего времени климатообразующая роль леса изучалась только с точки зрения его влияния на отдельные метеорологические элементы, например, температуру, влажность воздуха, ветер и особенно на атмосферные осадки. Но ведь эффективность осадков, их роль как фактора увлажнения почвы зависит и от состояния облачности, и от температуры, и от

ветра, т. е. от погоды в целом, в условиях которой выпадают осадки и испаряется влага. Между тем, влияние леса на погоду в целом не исследовалось.

Ниже излагаются результаты исследования влияния лесистости в таежной зоне Европейской части СССР в летнее время на типы местной погоды, сопровождаемые осадками или, по крайней мере, большой облачностью. Исследование было выполнено методом комплексной климатологии¹, причем удалось не только выявить некоторые особенности формирования климата, но и подойти к решению вопроса о влиянии леса на количество осадков.

Из всего разнообразия погоды, наблюдаемого в летнее время, были рассмотрены следующие группы типов погоды суток: дождливые, пасмурные без осадков, облачные днем с осадками. Дождливая погода отличается от облачной днем с осадками тем, что при ней в течение всех суток наблюдается более или менее сплошная облачность и солнечное сияние отсутствует или сильно ослаблено, тогда как погода облачная днем характеризуется непродолжительными, но интенсивными дождями, вслед за которыми быстро рассеиваются облака и почва высыхивается прямым солнечным нагреванием. Ясно, что при этом по-разному идет испарение выпавшей влаги и ее усвоение растительностью.

Между числами дней с погодой отдельных групп (классов), подсчитанных для ряда метеорологических станций, и лесистостью в районах этих станций были установлены коэффициенты корреляции². Лесистость определялась как отношение площади под лесом ко всей площади района. Исходя из величины коэффициентов корреляции, можно было бы сделать следующие заключения о влиянии леса на погоду в летнее время: лес увеличивает повторяемость дождливой и пасмурной погоды (коэфф. корреляции соответственно $+0,80$ и $+0,63$); лес уменьшает повторяемость погод облачных днем с осадками (коэфф. корреляции $-0,44$).

Требуется доказать, что эти заключения обоснованы с физической стороны и что, следовательно, полученные коэффициенты корреляции не случайны, а отражают существующие в природе связи.

Уже давно установлено, что в лесистых местностях в летнее время температура воздуха ниже, а относительная влажность выше, чем на полях. В своей замечательной статье «Воздействие человека на природу» А. И. Воейков, рассматривая режим

температуры и влажности в безлесных и лесных местах Индии, писал: «Влияние густых лесов на температуру и влажность воздуха поразительно; в апреле и мае температура на $7-8^{\circ}$ ниже и влажность воздуха на $20-40\%$ выше, чем на таком же расстоянии от моря в безлесных частях Индии»¹.

Роль леса как испарителя и транспиратора влаги исключительно велика. По подсчетам В. И. Рутковского², на испарение с лугов и полей за летний период в среднем расходуется слой воды толщиной от 300 до 400 мм, в то время как леса высокой производительности испаряют от 400 до 500 мм, т. е. на $100-150-200$ мм больше безлесных пространств. Особенно велика разность между величинами испарения лесов и полей в июле и августе, когда поля становятся сухими, а леса продолжают доставлять влагу в атмосферу в большом количестве.

Влияние лесистости на понижение температуры, а также на повышение влажности и испарения дает возможность объяснить положительную корреляцию лесистости с классами пасмурной и дождливой погоды. Образование пасмурной погоды со сплошной низкой облачностью связано с адвекцией теплой воздушной массы, поступающей в циклонах в тылу фронта. Образованию этой облачности содействуют: охлаждение воздушной массы над более холодной подстилающей поверхностью и испарение с подстилающей поверхности, увлажненной выпавшими перед приходом воздушной массы фронтальными осадками. Естественно, что лесные площади должны усиливать оба эти фактора как вследствие более низкой температуры облесенной поверхности, так и в результате повышенного испарения. Поэтому над лесными площадями уменьшается возможность кратковременных прояснений и разрывов в облачности в теплой воздушной массе.

Таким образом, над лесом, по сравнению с полем, более благоприятные условия для повторяемости пасмурной и дождливой погоды. Из этого не следует, что дней с дождями над лесом должно быть больше, чем над полем: будет лишь больше дней с такими дождями, которые сопровождаются сплошной облачностью.

Отрицательный коэффициент корреляции с лесом погоды с дневной облачностью с осадками ($-0,44$) нельзя недооценивать. Дело в том, что этот тип погоды возникает летом по преимуществу при дневной конвекции в результате большого нагревания нижнего слоя воздуха. При этом величины температурных градиентов, обуславливающих конвекцию над лесом, как над более холодной

¹ Принципы этого метода изложены в статье Я. И. Фельдмана и Л. А. Чубукова «Климат в погодах» (см. «Природа», 1953, № 10, стр. 42).

² Коэффициент корреляции выражает степень зависимости одной переменной величины (в данном случае лесистости) от другой (погоды), и может приобретать значения от 0 до ± 1 .

¹ См. А. И. Воейков. Избр. статьи, Географиз, 1949.
² См. В. И. Рутковский, Гидрологическая роль леса, Гослесиздат, 1949.

поверхностью, должны быть меньшими, чем над полем. Сравнивая суточный ход абсолютной влажности в лесу и вне леса, П. И. Колосков высказывает предположение, что «восходящие токи воздуха развиваются над открытыми пространствами легче и значительнее, чем над облесенными»¹. Отсюда следует, что чем более лесиста местность, тем меньше шансов для возникновения погод с дневной облачностью с осадками.

Чтобы выяснить, влияют ли леса на увеличение количества осадков, мы провели коррелирование лесистости со средним количеством осадков, взятых суммарно за июнь, июль и август, однако никакой связи между этими показателями не обнаружили.

Прежде чем делать отсюда заключение об отсутствии влияния леса на количество осадков в летние месяцы, укажем на противоречивость мнений авторитетных исследователей по этому вопросу. А. И. Воейков писал², что из 84 месяцев, о которых у него были данные, 63 дали более осадков на лесной станции, чем на полевой, 2 — равное количество и лишь 19 месяцев дали более осадков на полевой станции, чем на лесной. На этом основании ученый делал вывод, что на лесной поляне выпадает значительно больше воды, чем в местности, занятой полями. Здесь же автор указывает, что большое количество осадков на лесной станции получилось не потому, что там были более обильные и частые ливни, дающие сразу очень много воды на небольшом пространстве. Напротив, лишь в трех месяцах из 84 большая разница между лесной и полевой станциями заставляла предполагать такие ливни. И хотя осадки в степях летом крупнее, чем над лесом, но они менее продолжительны, поэтому количество выпадающей воды над лесом больше, чем над степью. Таким образом, А. И. Воейков определенно указывает на уменьшение ливневых осадков в местностях лесистых по сравнению с безлесными. Это подтверждается результатом корреляции леса с погодой с дневной облачностью с осадками. Того же мнения о влиянии леса на увеличение количества осадков придерживается Хамберг³. По его данным, для Швеции увеличение лесистости на 10% вызывает увеличение местных осадков на 1,7%.

К аналогичному выводу о влиянии лесистости на осадки пришел С. И. Костин⁴. Он считает, что

в Воронежской области количество осадков в теплое время года в облесенных районах на 10—15% больше их суммы в районах безлесных.

Однако большинство авторов склоняется к мысли, что влияние леса (по крайней мере, местное) на увеличение осадков или отсутствует, или, во всяком случае, весьма незначительно¹. Сравнение показаний станций в лесу и вне леса упорно склоняет нас к такому выводу, несмотря на то, что эти показания противоречат соображениям, согласно которым над лесом следовало бы ожидать значительного увеличения атмосферных осадков. На отсутствие связи между лесом и осадками указывают также результаты наших исследований.

На первый взгляд это может показаться странным, так как нами же была установлена положительная корреляционная связь леса с дождливыми погодами. В действительности же в этом нет противоречия, так как дождливые погоды коррелируются положительно с лесом не за счет увеличения количества дождей, а в связи с низкой сплошной облачностью, которая над лесом должна образовываться чаще и рассеиваться медленнее, чем над полем. Что же касается конвективных дождей, то над лесом их меньше, чем над полем, что подтверждается отрицательной корреляцией леса с погодами с дневной облачностью с осадками.

Таким образом, летом в условиях тайги лесистость обуславливает две тенденции в образовании погод с осадками: с одной стороны, имеется тенденция к увеличению повторяемости дождливых погод, связанных с фронтальными процессами, с другой — тенденция к уменьшению числа случаев погод с дневной облачностью и осадками, возникающими, как правило, в результате внутримассовых, конвективных процессов. Наличие противоположных тенденций в образовании осадков в лесных местностях по сравнению с безлесными дает основание верить нулевому коэффициенту корреляции леса с осадками. Иначе говоря, можно утверждать, что в условиях таежной зоны СССР количество атмосферных осадков не зависит от степени лесистости. Вместе с тем влияние леса на увеличение числа дней с дождливой и пасмурной погодами определенно указывает на то, что лес содействует увлажнению приземного слоя воздуха.

Я. И. Ф е л ь д м а н

Кандидат географических наук

Институт географии Академии наук СССР (Москва)

¹ См. П. И. Колосков. Влажность воздуха в лесу и вне леса. Известия Дальне-Восточного геофизического ин-та, вып. 1(8), Владивосток, 1931.

² См. А. И. Воейков. Климаты земного шара. Избр. соч., т. 1, Изд-во АН СССР, 1948.

³ См. Хамберге. О влиянии леса на климат Швеции, Полтава, 1894.

⁴ См. С. И. Костин. Влияние леса на климат в условиях Воронежской обл. Научн. труды Воронежск. с/х ин-та, т. X, 1948.

¹ См. А. Г. Зулан. Основы физической географии, СПб, 1899; А. А. Наминский. К вопросу о влиянии облесения пустырей среди лесов Индии на осадки, Изв. Главной геофизич. обсерватории, 1928, № 4; Р. Гейгер. Климат приземного слоя воздуха, Сельхозгиз, 1931.

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ КВАРЦИТА И МРАМОРА

Обычно считается, что кварцит гораздо прочнее мрамора. Проводившиеся эксперименты и физико-механические испытания над указанными породами способствовали распространению этого взгляда. В результате различных исследований было установлено, что прочность мрамора на сжатие достигает 800—2000 кг/см², в то время как у кварцита она достигает 3000—4000 кг/см². Пластической деформации мрамора довольно легко добивались, но для кварца и кварцита подобные опыты оканчивались дроблением кварцевого материала без признаков пластической деформации. Полученные таким образом представления о пластичности применялись для объяснения поведения горных пород в некоторых геологических процессах. Но оказалось, что в природе относительная пластичность

горных пород порой не соответствует представлениям, установленным в лаборатории.

Встреченный автором случай взаимоотношения кварцита и мрамора убедительно подтверждает не только вероятность пластической деформации кварцита (кварца), но и возможность значительно большего проявления этого свойства у кварцита по сравнению с мрамором. Подобное соотношение указанных разностей мы наблюдали в юго-западном Прибайкалье среди древнейших (архейских) пород слюдянской (южная оконечность оз. Байкал) и слюдяноско-зыркуаунской (верховье р. Иркут) свит, в толщах так называемых кварцево-диопсидовых пород¹. Эти толщи, так же как и составляющие свиту гнейсы и мраморы, образуют самостоятельные горизонты мощностью до 200—400 м и протяженностью в десятки километров. В них довольно пестро перемежаются кварцитовые, мраморные, а также маломощные диопсидовые пропластки, что обуславливает полосчатый облик толщ. Полосчатость выдерживается лишь в общих чертах. Она крайне неравномерна из-за колебания мощностей и протяженности (от миллиметров до метров и более) всех составляющих толщу пропластков. В сечениях, перпендикулярных к плоскостям с отчетливо проявленной полосчатостью, можно видеть картину более примечательную. Здесь в ряде обнажений удается наблюдать отдельные, обычно овальной формы линзы мрамора, заключенные в кварците. На отдельных участках обнажений достаточно четко можно видеть, как темный кварцит обтекает белые линзы мрамора. Интенсивность «течения» кварцита подчеркивается тонкими, белыми, изгибающимися полосками диопсида, придающими значительно большую наглядность происходившему процессу (рис. 1).

Подобные структурные формы известны в геологии как структуры будинажа². Их образование обычно связывается с деформацией слоистых толщ, отдельные слои которых имеют различную пластичность. Под действием ориентированного усилия пластичные слои начинают «течь» в направлении меньшего давления. Участвующие в этом процессе более



Рис. 1. Характер обтекания мраморных будин (белое) кварцитом (темное)

¹ См. С. С. Смирнов. Материалы к геологии и минералогии Южного Прибайкалья. (Район ст. Слюдянка Круто-Байкальской ж. д.). Геологический комитет. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 83, 1928.

² См. Н. Г. Судовиков. Будинаж и его значение в петрологии. Труды Лаборатории докембрия АН СССР, вып. 7, 1957, стр. 38—73.

жесткие пласты слоистой толщи столь интенсивно «течь» не могут и расчлениются по сложным поверхностям скалывания на ряд отдельных блоков — будин, которые затем разобщаются друг от друга материалом пластично деформирующихся слоев. В разбираемом случае образование этих структур вызвано интенсивной пластической деформацией («течением») кварцита и хрупкой деформацией мрамора в первичнослоистой кварцито-мраморной толще. Этим процессом вызвана столь характерная полосчатость толщ «кварцево-диопсидовых пород».

Иногда в шлифах из участков образцов, не затронутых перекристаллизацией, удается наблюдать само явление пластического «течения» кварцита. Оно проявляется в резком удлинении составляющих кварцит зерен кварца в одном направлении, причем тем интенсивнее, чем четче выражено «течение» кварцита. Зерна кальцита и диопсида, имеющие в недеформированном кварците округлые формы, в ходе развития пластической деформации подвергаются некоторому дроблению и приобретают линзовидные формы (типа линз мрамора, см. рис. 1), которые ориентированы длинными осями в направлении «течения» кварцита. Характер обтекания кварцем подобных включений (рис. 2) указывает на весьма высокую степень пластичности кварцита (кварца). Следовательно, и при микроскопическом исследовании устанавливается весьма высокая пластичность кварцита, превосходящая пластичность диопсида и кальцита.

Таким образом, приведенные факты не совпадают с обычными представлениями об относительной пластичности мрамора и кварцита; мрамор оказался более хрупким, чем кварцит. Известно, что пластичность не свойство, а состояние горной породы, и зависит от условий, в которых она находится. Отсюда следует, что данные физико-механических испытаний и экспериментов, указывающие на пластичность мрамора и хрупкость кварцита, справедливы только

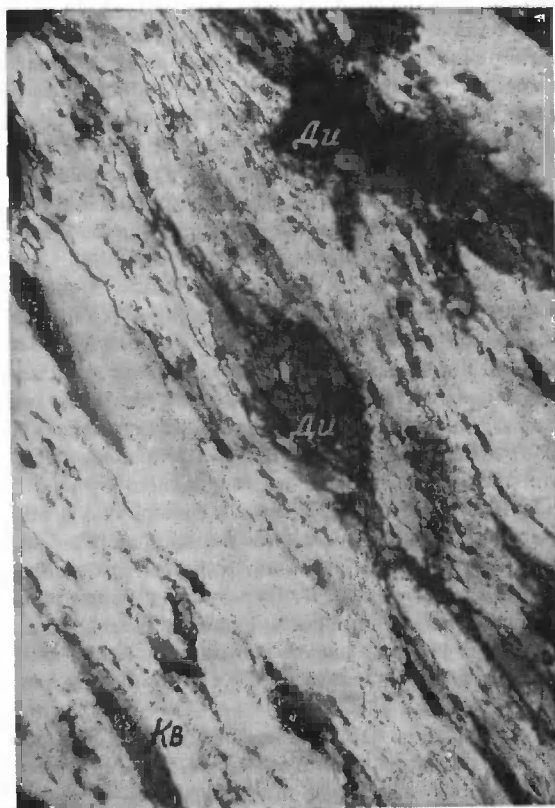


Рис. 2. Характер обтекания кварцем (Кв) зерен диопсида (Ди). Николи +, увел. 46 ×

для вполне определенных условий давления и температуры, и распространение этих данных для объяснения целого ряда геологических процессов может привести к ошибочным выводам.

И. С. Д е л и ц и н

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР (Москва)

ОБ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВАХ ПАСОКИ ТЫКВЫ

Усвоение растениями неорганического азота и превращение его в органические формы — азот аминокислот и белков — имеет огромное значение не только для самого растения, но и для жизни человека и животных, использующих синтезированные растениями белки.

Свои потребности в азоте большинство растений удовлетворяет за счет азотистых соединений почвы, главным образом за счет нитратов и аммоний-

ных солей. Вопрос о пригодности тех или иных соединений азота для растений продолжает привлекать к себе внимание исследователей. Изучению этого вопроса посвящены работы Ж. Буссенго, Ю. Либиха, Д. Н. Прянишникова, А. А. Шмука и других ученых¹. Установлено, что растению в оди-

¹ См. Д. Н. Прянишников. Азот в жизни растений и в земледелии СССР, 1945.

наковой мере легко доступны нитраты и аммонийные соли. Однако в культурных почвах, где существуют благоприятные условия для развития растений, благодаря жизнедеятельности почвенной микрофлоры очень интенсивно идет процесс минерализации азота. Этот процесс обычно не останавливается на стадии образования аммиака, а заканчивается образованием нитратов, поэтому в природных условиях основным источником азота для большей части растений в конечном счете служат нитраты.

В свое время Д. А. Сабинин¹ было высказано и экспериментально развито положение, что процесс поглощения веществ из почвы — сложный физиологический процесс. Следовательно, корневую систему следует рассматривать не только как поглощающий аппарат, но и как орган синтеза ряда важнейших органических соединений. Эти представления получили экспериментальное подтверждение в работах А. А. Шмука, который указал на важнейшую роль корневой системы в биосинтезе алкалоидов у табака. За последние годы дальнейшее развитие эти взгляды получили в работах А. Л. Курсанова и ряда других исследователей, применявших для изучения физиологической роли корневой системы растений метод прививок и исследование состава пасоки, или «сока плача»².

Установлено, что пасока различных растений содержит ряд аминокислот и амидов. Таким образом, имеющиеся в настоящее время данные о составе пасоки указывают на то, что уже в корнях происходят процессы превращения неорганического азота, поступающего из почвы, в органические азотистые соединения — аминокислоты и амиды. Однако в настоящее время еще недостаточно данных, характеризующих качественно и количественно состав азотистых веществ пасоки и позволяющих определить, в какой степени неорганический азот уже в корнях превращается в аминокислоты, амиды и, возможно, белок. При этом особенно важно изучить состав азотистых веществ пасоки растений, выращенных в естественной среде, в почве, со всеми сложными взаимоотношениями, которые имеют место между растениями, почвой и населяющими почву микроорганизмами.

Наши опыты проводились с пасокой тыквы сорта Гибрид Грибовский 31 с Грибовской селекционной станции. Выращивалась тыква на садовой почве (легкая супесчаная почва с примесью торфа), летом в вегетационном домике, зимой — в оранжерее

с искусственным подсветом (лампы дневного света). Часть растений выращивалась на аммонийном удобрении, часть на нитратном. Для этого в одни ящики перед посевом вносилась питательная смесь, содержащая сернокислый аммоний, в другие — та же смесь, но в качестве источника азота вносился азотнокислый кальций. Растения выращивались в течение 40—45 дней, и за этот срок еще два раза производилась подкормка соответствующим азотным удобрением. Ко времени сбора пасоки растения успевали хорошо развиться и имели сильную корневую систему. Сбор пасоки проводился в течение суток в стерильных условиях. Собранная пасока была прозрачна, бесцветна и без запаха. В свежесобранной пасоке нами определялись различные формы азота как химическими, так и хроматографическими методами.

Пасока тыквы, выращенной на аммонийном удобрении, так же как и пасока тыквы, выращенной на нитратном удобрении, содержит ряд аминокислот и амиды. Нами найдено девять различных аминокислот и амиды аспарагин и глутамин. Различий в качественном составе и количестве аминокислот и амидов между пасокой растений, выращенных на нитратном удобрении, и растений, выращенных на аммонийном удобрении, нами не было обнаружено. В пасоке было определено количество аммиака и нитратов, а также небелковый и белковый азот. Под небелковым азотом здесь понимается сумма азота аминокислот, амидов и аммиака.

Из полученных данных совершенно очевидно, что лишь незначительная часть азотистых веществ, содержащихся в пасоке тыквы, представлена органическим небелковым азотом, т. е. азотом аминокислот и амидов. Главная часть азота пасоки состоит из нитратов. В то время как небелковый азот составляет всего лишь от 5 до 12% азота пасоки, азот нитратов преобладает, составляя свыше 80% от общего азота.

Таким образом, подавляющая масса усвояемого корнями неорганического азота поступает в листья для дальнейшей переработки в органические азотистые соединения. Здесь, под действием целой группы ферментов, детально изученных в недавнее время, происходит восстановление нитратов до аммиака по следующей схеме: нитраты — нитриты — гипонитрит — гидроксил-амин — аммиак. По мере образования аммиак вступает в реакции с различными кетокислотами и аминокислотами, образуя, соответственно, аминокислоты и амиды¹.

Необходимо отметить, что, наряду с определением

¹ См. Д. А. Сабинин. О значениях корневой системы в жизнедеятельности растений, Тимирязевские чтения, I X, Изд-во АН СССР, 1949.

² См. «Известия Академии наук СССР, серия биологическая», 1957, № 6, стр. 689.

¹ См. В. Л. Кротович. Основы биохимии растений, 1956.

нитратов, нами были произведены многочисленные анализы, имевшие целью определение в пасоке нитритов по весьма чувствительному и точному методу Паркера. В свежей пасоке нитриты нами ни разу не были обнаружены; их удается обнаружить лишь в том случае, если пасока недостаточно свежа. По-видимому, подобное образование нитритов, всегда сопровождающееся уменьшением количества нитратов, является следствием развития в пасоке микроорганизмов.

Из полученных данных явствует, что состав азотистых веществ пасоки практически не изменяется в зависимости от того, какое азотистое удобрение было внесено в почву. Это обстоятельство, по-видимому, объясняется тем, что в почве, в которой выращивались растения, интенсивно шел процесс нитрификации и корневая система была в избытке обеспечена нитратами. Вероятно, именно поэтому подкормка аммонийными солями не сказывалась на составе азотистых веществ пасоки.

Задачей наших дальнейших исследований является изучение азотистого состава пасоки тыквы, выращенной на более бедной почве, пасоки других растений, а также весенней пасоки березы и клена. Можно полагать, что летняя пасока однолетних растений в значительной мере отличается от весенней пасоки деревьев, движение которой происходит ранней весной, когда листья еще не распустились. В этот период происходит мобилизация веществ корневой системы и ствола для начинающих распускаться почек.

Особенный интерес при изучении азотистого состава пасоки представляет вопрос о присутствии в пасоке белка. Указание на это содержится лишь в работе Л. С. Литвинова¹. В наших опытах было обнаружено, что при добавлении к пасоке тыквы спирта или нескольких капель насыщенного раствора таннина образуется заметное количество белого хлопьевидного осадка. Можно было предполагать, что образующийся осадок представляет собой белок. Мы получили из пасоки несколько препаратов такого белка.

При сборе пасоки устранялась возможность попадания тканевых белков с поверхности среза стебля, для этого первая порция пасоки отбрасывалась, а поверхность среза осушалась фильтровальной бумагой. Собранная пасока замораживалась и в замороженном состоянии высушивалась

(лиофильная сушка); после растворения в небольшом количестве воды она подвергалась диализу для удаления низкомолекулярных веществ (соли, аминокислоты, углеводы). После диализа к пасоке добавлялся спирт, выпавший осадок замораживался и высушивался. Из 500 мл пасоки тыквы можно получить около 100—150 мг препарата белка. Нами было получено несколько таких препаратов из пасоки тыквы различного возраста. Полученные препараты дают ряд характерных качественных реакций на белки: миллионовую, кантопротеиновую, биуретовую.

Реакция Молиша на присутствие углеводов была слабоположительная. Полученные препараты содержали небольшие количества фосфора и углеводов. Азота в среднем содержалось около 15% в пересчете на беззольное сухое вещество. Однако все полученные препараты, несмотря на длительный диализ, имели необычайно высокий процент золы — около 80% — и отличались гигроскопичностью. Очевидно, зола, содержащаяся в препаратах, связана с белком в виде каких-то солей, не удаляемых при диализе в силу их коллоидных свойств.

Спектральный анализ золы показал, что она состоит почти целиком из кремния и кальция. Определение молекулярного веса одного из препаратов на ультрацентрифуге, проведенное в Институте высокомолекулярных соединений Т. И. Смирновой и С. Я. Френкелем, дает основание предполагать, что полученный препарат белка пасоки является скорее всего альбумином; его молекулярный вес около 100000.

Методом хроматографии на забуференной бумаге¹ было установлено, что гидролизат белка пасоки содержит 16 аминокислот.

Таким образом, полученные данные дают возможность предполагать, что в пасоке содержится небольшое количество белка типа альбумина, который связан с соединениями кремния и кальция. Можно думать, что в корневой системе, наряду с превращением аммиака в аминокислоты и амиды, хотя и в незначительной степени, но все же происходит синтез белка. Однако вопрос о природе этого белка требует еще дальнейшей экспериментальной разработки.

З. Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева

Кандидаты биологических наук

Институт биохимии им. А. Н. Баха Академии наук СССР
(Москва)

¹ См. «Известия Биологического научно-исследовательского ин-та и биологической станции при Пермском государственном университете», вып. 7—8, 1927, № 5, стр. 311.

¹ См. «Биохимия», т. 23, вып. 2, 1958, стр. 248.

ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТЕНИЙ НА ИСКУССТВЕННЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Метод выращивания растений на искусственной питательной среде, без почвы, дающий возможность получать максимальные урожаи с единицы площади, особенно ценен в условиях защищенного грунта. В этом случае для растения создаются исключительно благоприятные условия, так как разумному воздействию человека в большей степени подчинены все основные факторы жизни растения — свет, воздух, тепло, влага и питание.

При внесении удобрений в почву не все содержащиеся в ней питательные вещества используются растением, так как многие из них поглощаются почвой и, переходя в труднорастворимое состояние, становятся малодоступными для усвоения растением. Применение подкормок не всегда своевременно и в достаточном количестве обеспечивает растение необходимыми питательными элементами; увеличение количества минеральных удобрений и частота их внесения в виде подкормок может оказать губительное влияние на растение, что особенно следует учитывать при культуре в теплицах и парниках.

Надо отметить, что при выращивании растений на искусственных питательных средах качество урожая не снижается, а поступление готовой продукции начинается раньше.

Урожай по 40 кг огурцов и по 18—20 кг томатов с 1 м² полезной площади теплицы был полу-

чен проф. В. А. Чесноковым и Е. Н. Базыриной при выращивании растений на водных питательных растворах.

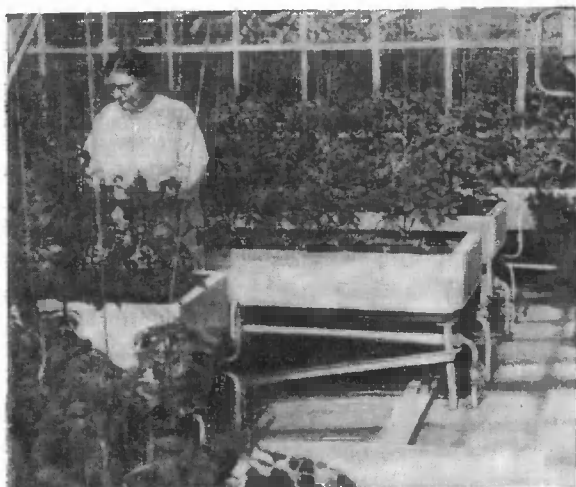
Н. А. Холодков выращивал огурцы на гравии, на водном питательном растворе и на грунте в Днепропетровском тепличном комбинате. При одновременном посеве в январе 1957 г. первый сбор огурцов на искусственных питательных средах начался значительно раньше. Урожай с 1 м² составил при выращивании на водном питательном растворе с 4 по 20 марта 743 г, на гравии с 8 по 20 марта — 674 г и на обычном грунте с 11 по 20 марта — 93 г.

В теплично-парниковом комбинате Леннарпата Т. П. Голятина при выращивании растений на искусственных питательных средах с 10 апреля по 27 сентября 1956 г. получила в среднем урожай огурцов в 35,8 кг с 1 м² полезной площади, а при выращивании на почве за более длительный период, с 13 марта по 27 сентября, — 34,4 кг. Урожай томатов в водной культуре в стеллажной теплице составил, в среднем, 16 кг, в а стеллажно-почвенной — 10,8 кг с 1 м² полезной площади. Ф. Ф. Тульженкова при выращивании лука-пера на песке с применением питательных растворов получила с 1 м² теплицы 21 кг, а на обычном тепличном грунте — 18 кг.

Г. Гейсслер (ГДР) получил урожай огурцов сорта Шпотрезистинг при выращивании на гравии 26,98 кг/м², на водных питательных растворах 20,55 кг/м² и на почве 20,54 кг/м². Томаты дали, соответственно, урожай в 13,02; 10,43 и 7,23 кг/м². Шолто Дуглас в Индии в открытом грунте получал урожай с одного куста томата сорта Беттер оф олл в среднем около 10 кг, в то время как на почве, в контроле, получено с одного растения 3,6—4,5 кг. Рис в Индийском демонстрационном центре дал урожай в 8970 кг/га зерна, а при выращивании на почве — только 50%, т. е. около 4485 кг/га.

В настоящее время этот метод начали применять при выращивании различных сельскохозяйственных культур, преимущественно овощных и цветочных, в защищенном грунте в странах с умеренным климатом (СССР, ГДР, Румынская Народная Республика, Англия, Бельгия, США, ФРГ, Франция и др.), а в странах с жарким климатом (Австралия, Индия, Египет, Япония и др.) также и в открытом грунте.

В последнее время водные растворы питательных солей, как среда для выращивания растений, заменяются гравием, щебнем, песком, мелким шла-



Выращивание томатов без почвы, в теплице

ком, с периодическим обогащением их необходимыми питательными веществами. При выращивании растений на твердых субстратах значительно повышается содержание кислорода в зоне корней, что вместе с достаточным количеством воды и питательных веществ способствует повышению качества и количества урожая.

Частицы, составляющие твердый субстрат, на котором выращиваются растения без почвы, должны быть совершенно инертными и не должны вызывать изменения химических и физико-химических свойств питательного раствора (рН, концентрацию и др.). По установившейся уже практике предпочитают использовать кварцевый речной гравий, при диаметре частиц от 6 до 15 мм, или кварцевый песок, диаметр частиц от 3 до 6 мм.

В последнее время делаются попытки использовать в качестве субстрата ионизирующие смолы, в частности вермикулит, или добавлять их к гравия, шлаку, торфу и т. д.

Питательные элементы вносятся в виде водных растворов в субстрат, в котором расположены корни растений, или в сухом виде, с последующим поливом их водой (так называемая бенгальская система гидропоники). Для этого используют либо химически чистые соли, либо минеральные удобрения, хорошо растворяющиеся в воде и содержащие возможно меньшее количество химических элементов, которые не потребляются растением для питания. Лучше вносить в виде селитры, P_2O_5 — в виде обычного или тройного суперфосфата или монокальциевого фосфата, K_2O — в виде сернокислого калия; предпочтительно применять калийную селитру, что позволяет избежать концентрации остатка от солей серной кислоты. Источником магния служит сернокислый магний. При внесении солей серной кислоты необходимо летом добавлять кальциевую селитру. Во избежание образования нерастворимых железо-фосфорных соединений рекомендуется использовать органические соли железа, например лимоннокислое железо. Если применяется железный купорос, то его добавляют в питательный раствор перед самым внесением. Необходимо следить за концентрацией раствора, не допуская ее повышения, за его кислотностью и за правильным соотношением в нем питательных веществ. Питательный раствор по своей реакции должен быть слабокислым, близким к нейтральной; обычно рекомендуется рН от 6—6,6. Для подкисления раствора используется 20%-ная серная кислота. Ширд рекомендует поддерживать постоянную концентрацию раствора 1:1000 (вес удобрения к весу воды), хотя указывает, что без опасения вызвать повреждение растений можно использовать пита-



Огурцы, выращенные на питательных растворах по методу проф. В. А. Чеснокова

тельный раствор при отношении 1:500. Летом нужно особенно тщательно следить за концентрацией раствора, снижая ее и увеличивая частоту внесения. Вообще частота внесения питательного раствора зависит от многих условий: от выращиваемой культуры, от диаметра частиц субстрата, времени года, состояния погоды, способа внесения и т. д. Переход от слабого раствора к более концентрированному, нормальному, проводится постепенно. Для составления питательных растворов лучше использовать слабые соли и чаще поливать и брать соотношение питательных элементов в весовых частях, а не в объемных. В. А. Чесноков рекомендует составы питательных растворов как из химически чистых солей, так и из минеральных удобрений. На 1 м воды берется химически чистых солей (в г): кальция азотнокислого 500, селитры аммиачной 160, калийной селитры 400, магния сернокислого 280, калия фосфорнокислого одноосновного 140, аммония сернокислого 130; или технических солей: калийной селитры 500, суперфосфата 350, магния сернокислого 300, аммиачной селитры 200. На то же количество воды добавляется микроудобрений (в г): железа хлорного 6, борной кислоты 0,72, марганца сернокислого 0,45, цинка сернокислого 0,06 и меди сернокислой 0,02.

С. Ващенко и В. Корбут, при выращивании огурцов на гравии, песке, щебне, на Лосиноостровском отделении экспериментальной базы Научно-исследовательского института овощного хозяйства, применяли следующий раствор питательных веществ: для взрослых растений на 100 л воды (в г): калийной селитры 50, суперфосфата 35, аммиачной

селитры 20, магния сернокислого 30. Раствор микроэлементов — на 100 л воды (в г): железа сернокислого 0,25; борной кислоты 0,072; марганца сернокислого 0,045; цинка сернокислого 0,006 и меди сернокислой 0,002.

Немецкий ученый Пеннингсфельд советует добавлять в инертную среду от 33 до 50% по объему разложившегося торфа, мотивируя это тем, что содержащиеся в торфе гуминовые кислоты, гормоны и ростовые вещества усиливают образование корней у растений, ускоряют поглощение питательных веществ и увеличивают количество образуемых цветков. На это указывает также и Ричмонд.

Питательный раствор рекомендуется вносить методом подтопления. Подача его снизу значительно снижает потери воды при испарении, лучше сохраняется концентрация раствора, поверхность субстрата остается сухой, исключается возможность образования плесени и водорослей на поверхности гравия, песка или шлака. При всех методах внесения раствор должен периодически удаляться из субстрата, иначе корни растений начнут страдать от отсутствия кислорода. Удаление питательного раствора чаще всего осуществляется самотеком или путем откачки насосом. Для этой цели на дне стеллажа прокладываются перфорированные трубки, специальные дрены или устраиваются отводные канавки.

Конструкция гряд или стеллажей применяется самая разнообразная: из бетона, дерева, железа, пластмассы, непосредственно на грунте теплицы или в виде тепличных стеллажей различной ширины, длины и глубины. Обязательно наличие резервуаров для приготовления и хранения питательного раствора, минимальная емкость которых должна составлять 40% от емкости стеллажей.

При использовании этого метода выращива-

ния растений в защищенном грунте — теплицах, парниках и на утепленных грядках при техническом обогреве — не потребуется завозить органических удобрений, заготавливать, подсыпать и обновлять тепличный грунт, проводить предпосевную обработку, рыхление и прополку почвы, в связи с чем намного сокращаются затраты труда.

Механизация и автоматизация процесса внесения питательного раствора и других производственных процессов позволяют также уменьшить расход рабочей силы. Почва в теплицах и парниках часто служит источником распространения болезней и вредителей растений. При выращивании растений без почвы исключается источник заразы, особенно вирусными заболеваниями и нематодами.

Особое значение новый метод должен иметь при разведении овощных культур в тепличных хозяйствах больших городов, а также в теплицах Крайнего Севера, островов Арктики и Антарктиды. Любителям этот метод дает возможность выращивать томаты, огурцы, цветы на небольших площадях — во дворе, в комнатах, на подоконниках, балконах и т. д. Городские школы смогут устроить демонстрационный участок различных сельскохозяйственных культур для учебных целей.

Высокие ранние урожаи, получаемые при возделывании растений без почвы, при затратах меньшего количества труда, обеспечат круглогодичное снабжение населения свежими овощами.

Производственные испытания метода выращивания овощных культур без почвы проводятся в текущем году в совхозе «Тепличный» под Москвой.

Е. М. Цветаева

Москва

ПОДВОДНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ — В ПОМОЩЬ НАУКЕ

Гидростаты, гидроакустика, ударные трубы для получения грунтов, глубинный подводный флот и многое другое сейчас широко используется для изучения глубин океана. Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) получил недавно от Советского Военно-Морского флота подводную лодку, которая переоборудована для изучения мира безмолвия. Подводная лаборатория снабжена всеми необходимыми приспособлениями для взятия проб воды и грунта, гидролокаторами, подводной телевизионной установкой, мощными прожек-

торами, аппаратурой для фото- и киносъемок. Но все эти аппараты, приборы и оборудование не дают возможности исследователю отправиться в научную экспедицию по подводным просторам, проводить сборы интересующих его объектов и т. д. Это становится возможным только при использовании легководолазной техники, когда научный работник превращается в человека с «водяными легкими».

Создание легководолазного снаряжения имеет свою историю.

На ассирийских барельефах трехтысячелетней

давности можно увидеть ныряльщиков с запасом воздуха в бурдюке. Такие барельефы находятся сейчас в Лондонском музее. Около двух тысяч лет тому назад на Цейлоне жили подводные пловцы, добывающие жемчуг. По свидетельству Гомера, Эсхила и Аристотеля, в древней Греции ныряльщики добывали устриц, губки, кораллы и раковины с красящими веществами. Юлий Цезарь вел войны с нападением на врага под водой, когда войны снаряжались кожаными поясами с запасом воздуха. Древние славяне во время сражения нередко прятались под водой, дыша через полые трубки из тростника. В XVI в. запорожские казаки, подбираясь к вражеским кораблям, пользовались перевернутыми челнами, как водолазным колоколом. В XVIII в. Джон Лебридж в своем люлькообразном костюме-камере, из которого выступали только руки и ноги, спустился уже на глубину в 18 м. Но ему часто приходилось подниматься на поверхность, чтобы сменить воздух.

Китайские ныряльщики за кораллами еще и сейчас ныряют без всяких приборов, вооруженные только очками, и находятся под водой около минуты. Японские искатели жемчуга — «ама» — спускаются без масок под воду на 30 м и более.

За последнее время подводные наблюдения, спорт и различные работы, проводимые в морях и пресных водах при помощи легководолазного снаряжения, получают все большее распространение.

Для этой цели применяются маски для ныряния и спортивные водолазные аппараты, в которых используется сжатый воздух. Эти аппараты работают по открытой схеме дыхания: воздух для вдоха поступает из баллонов, а выдыхаемый — выпускается в воду. Такой тип аппаратов позволяет спускаться под воду до 40 м¹, где жизнь развивается особенно бурно. Здесь встречается наибольшее число видов растений и животных. Отсюда понятно, какое значение имеет освоение легководолазной техники морскими биологами.

Во многих странах есть клубы и объединения подводных спортсменов. Этот увлекательный вид спорта привлекает сотни тысяч людей.

В СССР среди энтузиастов подводного спорта можно встретить и научных работников, и студентов, и рабочих. В секции подводного плавания Ленинградского военно-морского клуба ДОСААФ несколько групп конструкторов, подводных охотников, фото- и кинолюбителей. Конструкторы Ю. Н. Поздняков и С. Н. Коршунов внесли много интересных предложений по созданию новых типов аквалангов.



Подводный разведчик в глубинах Черного моря

Фото В. Кебкало

Механик П. Л. Степанов и Н. М. Гинзбург разработали конструкцию подводного ружья. В. И. Кебкало и Ю. В. Васильев изготовили водонепроницаемый бокс для съемок под водой. Многие члены секции принимают участие в различных научно-исследовательских и поисковых экспедициях.

Кафедра физики моря и вод суши Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова создала группу из молодых научных работников для изучения техники подводного спорта. Здесь ведутся работы по разработке конструкции улучшенного акваланга, разрабатываются боксы для подводных съемок, читаются лекции по физиологии и патологии легководолазного дела.

Легководолазное оборудование, создаваемое в СССР, использует в основном сжатый воздух, а не кислород. Заслуживают внимания, прежде всего, легководолазные аппараты «Подводник ДОСААФ-1» и «Подводник ДОСААФ-2», созданные под руководством конструктора А. И. Солдатенкова. Эти аппараты имеют баллоны, легочные автоматы с дыхательными трубками и загубниками, понижающий редуктор, ремни для прикрепления аппарата за спиной, маски и ласты. Воздух в баллоне сжат до 150 ат. Начато производство легководолазных аппаратов «Украина» (конструктор инженер А. С. Гнамм) Луганским совнархозом. Аппарат этот состоит из следующих узлов: легочного автомата высокого давления мембранного типа и указателя минимального давления со звуковым сигналом; двух баллонов емкостью в 4 л каждый с рабочим давлением 200 ат; панели для монтажа узлов аппарата и системы ремней для ношения его на спине; гофрированных шлангов и пробкового крана

¹ См. «Техника — молодежи», 1957, № 6; В. Г. Фадеев, А. А. Печатин, В. Д. Суровикин. Человек под водой, Изд-во ДОСААФ, 1958.



Инженер Ю. Н. Поздняков ведет подводную кино-съемку

Фото В. Кебало

со штурцером, допускающего подсоединение загубника или шлема маски «ШВ-4». Имеются и другие типы легководолазного оборудования.

Теперь дело за организацией серийного производства разнообразного легководолазного спортивного снаряжения: аквалангов, подводных ружей с запасами гарпунов или острог, ласт, водонепроницаемых боксов для фото- и киноаппаратов, портативных глубометров и эхолотов, плавучих ножей, куканов различных конструкций и другого оборудования. Необходимо наладить и производство гидрокомбинезонов, широко распространенных за рубежом. Они позволяют плавать даже в ледяной воде. Без них длительное пребывание в воде невозможно.

Не подлежит сомнению, что в ближайшее время легководолазное оборудование станет обязательной частью аппаратуры морского биолога и геолога. Детальное географическое обследование наших морей и пресных вод, задача их хозяйственного освоения становится сейчас немислимой без всесторонних научных исследований, без привлечения к этому делу разведчиков «голубого континента».

Подводные спортсмены становятся все более частыми участниками самых разнообразных океанологических исследований. Они первые помощники рыбаков и передовой отряд спасательной службы на воде. Серьезную помощь они оказывают и при гидростроительных работах.

Возникла новая наука — подводная археология. Ее родина — Советский Союз. Одним из первых энтузиастов этой науки был покойный проф. Р. А. Орбели. Под его руководством подводные разведчики обнаружили на дне Днепра древнейший сла-

вянский челн, который пролежал здесь три тысячи лет, и начали обследования затонувших развалин Херсона и Ольвии.

Еще в 1907 г. у побережья Туниса ловцы губок обнаружили затонувший корабль, на котором много столетий назад перевозили мраморные колонны.

«Подводные следопыты» морского клуба города Актиб во Франции, близ о-ва Леван, на глубине в 27 м нашли остов затонувшего корабля. С этого судна они подняли на поверхность более пяти сот древнегреческих амфор, представляющих большой интерес для науки. Английские исследователи Джен и Барни Крайл¹ обнаружили на дне Средиземного моря корабль, потонувший в I в. н. э., с грузом ценных монет, слоновой кости и различных редких вещей. Найдены ими были и пролежавшие на дне моря многие столетия оружие, ядра, посуда.

Значительный интерес представляют исследования подводных следопытов (в районе современного Сухуми) важнейшего порта и крупного торгово-ремесленного города Колхиды — Диоскурии. Этот древнегреческий город был основан в первой половине первого тысячелетия до нашей эры. Многие вопросы, связанные с историей и гибелью его, все еще недостаточно выяснены.

Несколько лет тому назад около Пицунды была найдена античная надгробная плита. Позднее в районе Гудаут и Нового Афона рыбаки вытащили на берег обломки амфор. Этими находками заинтересовался Абхазский институт истории языка и литературы им. Д. А. Гулиа АН Грузинской ССР. В 1958 г. под руководством начальника спасательной станции ДОСААФ В. И. Скасырского водолазы начали изучение дна Сухумской бухты. Неоднократно нырял на дно моря вместе с ними и известный английский писатель Джеймс Олдридж.

Экспедиция под руководством энтузиаста подводной археологии проф. В. Д. Блаватского, в состав которой входили опытные подводные спортсмены, провела работы в районе станицы Таманская на Черном море. Здесь велись поиски остатков столицы Боспорского царства греческого города Пантикапей, Гермонассы и Фанагория².

Большой интерес представляют работы, проводимые Академией наук СССР на Чудском озере, где в 1242 г. русские во главе с великим полководцем Александром Невским разбили войска немецких

¹ См. Д. и Б. Крайл. За подводными сокровищами, Географизм, 1958.

² См. В. Д. Блаватский. Материалы по истории Пантикапей. Материалы и исследования по археологии СССР. Материалы по археологии Северного Причерноморья в античную эпоху, т. I, М., 1951; Археология и история Боспора. Сборник статей, Симферополь, 1952.

рыларей. Группа ленинградских ныряльщиков, в которую входили В. И. Кебкало, Р. П. Стукалов, П. Л. Степанов, А. И. Ягунов и Т. И. Перепелица, обнаружила летом 1958 г. остатки укрепленного вала на дне озера. Высота вала около 3 м и ширина около семи. Работы экспедиции были засняты Ленинградской киностудией научно-популярных фильмов Министерства культуры СССР.

В Лаборатории аэрометодов Академии наук СССР научные работники Б. И. Кошечкин и К. М. Петров, под руководством старшего научного сотрудника В. В. Шаркова, уже несколько лет проводят исследования дна Черного, Азовского и Каспийского морей. Эти работы оказали большую помощь при составлении карт, уточнении распределения водной растительности и нахождении полезных ископаемых на морском дне.

Тихоокеанская экспедиция Института биологии Академии наук СССР, проводя работы на Японском море, имела в своем составе специальную группу мастеров подводного плавания. В нее входили чл.-корр. АН СССР А. Б. Мигдал, кандидат физико-математических наук С. П. Капица, инженер В. А. Суетин, студентка МГУ О. Северцова. Они оказывали большую помощь гидробиологам и проводили разведку условий подводного спорта на Тихом океане. Во время подводных наблюдений ими было снято узкоплечной кинокамерой около двух тысяч метров цветной пленки.

Кафедра водного хозяйства и морских портов Московского инженерно-строительного института им. В. В. Куйбышева, обследуя подводные гидротехнические сооружения Новороссийска, Сочи и Туапсе, использовала для этой цели подводных наблюдателей в аквалангах.

Итальянская экспедиция, в состав которой входили подводные спортсмены, в Мозамбикском проливе у восточного побережья Африки нашла кистеперую рыбу, которая жила около трехсот миллионов лет тому назад¹. Ценные наблюдения были сделаны во Франции Ивом Кусто и Фредериком Дюма, проводившими ряд фундаментальных работ по изучению геологической структуры морского дна и подземных водоемов².

Все более широкое развитие получает подводная охота³. Это не только увлекательный спорт, но и один из важных методов сбора материала для ихтиолога. Подводная охота особенно распространена в США, Австралии, Франции и Италии. Здесь

созданы различные типы подводных ружей. Наибольшее распространение получили подводные арболеты с эластичной тетивой и ружья, стреляющие при помощи пружины. Но имеются также подводные реактивные ружья и ружья гидравлического действия. Для ночной охоты применяются ружья с источниками света, работающими от батарей. При подводной охоте используется целый ряд приемов. Стреляют чаще всего с опережением, бьют рыбу в бок, подстреленную добычу подтягивают гарпуном.

В СССР наиболее удобны для подводной охоты Черное, Азовское, Аральское и Каспийское моря. Благоприятно для подводной охоты и Японское море. В Балтийском и в северных морях ее затрудняет низкая температура воды.

Нельзя забывать, что подводная охота в акваланге может разрешаться только с научной целью. Это должно найти свое отражение в разрабатываемых правилах подводной охоты.

Шестой континент привлекает также внимание фотографов и кинооператоров. Многие видели зарубежные кинофильмы: «Голубой континент», «Мир тишины», «20 минут под водой». Все они сняты подводными спортсменами, в совершенстве овладе-



Группа подводных спортсменов, принимавших участие в экспедиции АН СССР на Чудское озеро в 1958 г.

¹ См. «Природа», 1954, № 9, стр. 120.

² См. Жак Ив Кусто, Фредерик Дюма. В мире безмолвия, Изд-во «Молодая Гвардия», 1957.

³ См. С. Дашкевич, Ю. Карпаченко. Снаряжение и техника подводной охоты. «Рыболов-спортсмен», 1957, № 7.

шими кинотехникой и съемкой под водой. Увлекаются подводными съемками и наши исследователи.

На заседании киносекции Ленинградского Дома ученых им. М. Горького Академии наук СССР был показан фильм «В глубинах Черного моря» (авторы подводные спортсмены В. И. Кебало, Р. П. Стукалов, А. И. Ягунов). Большой интерес вызвали кинофильмы, показанные в Политехническом музее, об обследовании руин Фанагории и соревнованиях в Карабахе.

Оператор Центральной студии телевидения Б. В. Проханин с большим мастерством снял фильм «Подводные туристы». Его кинокамера была заключена в водонепроницаемый бокс, сконструированный и изготовленный спортсменами-подводниками А. Б. Котовым, Г. И. Маховым и В. В. Ефимовым.

Широко применялись подводные киносъемки и при создании на Московской студии научно-популярных фильмов кинокартины «В тихом океане» (автор-режиссер А. М. Згуриди, оператор Н. И. Юрушкина, консультант В. Г. Богоров. Подводные съемки Ю. Алтунина и С. Григорьева). Этот фильм получил особый приз на первом Всесоюзном кинофестивале в 1958 г., в Москве.

Ряд эпизодов, снятых подводными кинооператорами с участием актеров-легководолазов, можно увидеть и в художественных фильмах «Голубая стрела» и «Два океана».

Наша промышленность выпускает множество разнообразных фотоаппаратов, которые могут быть приспособлены для подводных съемок и шестнадцатимиллиметровую любительскую кинокамеру «Киев 16С-2». Эта кинокамера изготовлена из легкого и прочного металла. Габариты ее $21,5 \times 13 \times 6,5$ см. Вес 1700 г. Наличие объективной турели позволяет быстро производить замену одного объектива другим. Камера снабжена двумя объективами. Имеется в продаже и съемочная узкоплеченочная кинокамера из Чехословакии «Адмира», рассчитанная на пленку 2×8 мм. Широкое распространение получили и камеры из ГДР «АК-8» и «Пентака».

Хорошо зарекомендовали себя импортные узкоплеченочные камеры «АК-16», «Сименс», «Кодак», «Белл-Хауэл», «Болекс», «Мовекс», «Мовикон» и др.

Для подводных съемок необходим водонепроницаемый бокс. Самый простой из них — это резиновый, водонепроницаемый мешок. Против объектива должно быть укреплено стекло. Ввод и спуск затвора производится ощупью, через резину мешка. Но удобнее специальные боксы, сваренные из металла. Все они имеют вид ящика и изготавливаются кустарным способом. Рычаги фотоили кинокамеры выводятся наружу и пропускаются с целью водонепроницаемости бокса, через

сальники. Воздух накачивается в бокс при помощи насоса¹.

При подводных съемках всегда надо помнить, что оптические свойства воды резко отличаются от воздушных. При съемке под водой глубина резкого изображаемого пространства уменьшается примерно в два раза. Не совпадают и показатели шкалы наводки на резкость при съемке на воздухе и под водой. Предметы под водой кажутся на одну треть расстояния ближе, чем на самом деле.

Наряду с применением обычных импульсных ламп, заключаемых в водонепроницаемые боксы, за рубежом нашли применение электронные вспышки, «разряжаемые» 24 раза в секунду, синхронизируемые с кинокамерой. Освещенность здесь измеряется порядка десяти тысяч люменов в секунду. Чаще всего такие установки работают от мотора судна².

Широкое развитие легководолазного дела и подводного спорта в нашей стране открывает новые, заманчивые перспективы. На помощь морским биологам, геологам, гидрогеологам, археологам и другим специалистам приходит мощная армия подводных спортсменов. Это не искатели «острых ощущений», как это можно наблюдать часто за границей, а верные помощники ученых. И важно уже сейчас установить самые тесные, дружеские связи между научными организациями и секциями подводного спорта клубов ДОСААФ и различных учреждений. Необходимо и самим ученым овладеть техникой легководолазного дела, изучить подводную охоту и подводные фото- и киносъемки. Большое значение сыграло бы и создание при одном из научно-исследовательских институтов Академии наук СССР лаборатории подводных исследований.

На Черном море состоялась спартакиада по подводному спорту, посвященная 40-летию ВЛКСМ. В ближайшее время будет проведено командное первенство Советского Союза по подводному спорту.

На юге уже создан лагерь для спортсменов-подводников. Такой же лагерь создается и на Тихом океане. Здесь они тренируются, охотятся под водой, проводят фото- и киносъемки. Надо создать специальные школы подводного спорта. Уже давно намечены встречи наших спортсменов с подводниками Польши, Албании, Болгарии, ГДР. Предстоят совместные киносъемки советских и иностранных кинолюбителей-подводников. Все эти вопросы очень актуальны и решить их следует как можно скорее.

Ю. П. Знаменский

Ленинград

¹ См. «Советское фото», 1957, № 2 и 1958, № 4.

² См. Фолько Келлич. Съемка подводного мира, «Искусство кино», 1957, № 5. Жорж Алене. В мире тишины, «Искусство кино», 1958, № 8.

СНЕЖНЫЙ БАРАН В ЯКУТИИ

В Якутии обитает такое редкое и интересное животное, как снежный баран (см. рис.). Встречается он в Саккырыском, Верхоянском, Булуяском, Томпонском, Оймяконском, Момском и Верхне-Колымском районах, где придерживается высокогорных мест. Средний вес барана — 40—50 кг. Мясо его очень вкусное и питательное. Из шкуры после обработки изготавливают замшу, спальные мешки и пр. Сухожилия употребляются иногда в качестве ниток, из рогов самцов прежде изготавливали походные ложки. Мясо снежного барана по вкусу превосходит мясо домашних животных.

Линяют снежные бараны весной, примерно с 5 мая до 25 июня, а ягнята — в июле. Чем сильнее и здоровее баран, тем скорее происходит смена шерсти. Но иногда еще в конце июля она висит длинными лохмотьями. Летом шерсть принимает серовато-бурю окраску, грудь — чуть темнее, голова — светло-серая, на лбу — белое пятно. Зимой же она вся рыжеватого-серого цвета.

Снежные бараны обитают чаще всего на каменистых скалах и на опушках лесов. Летом они держатся в основном на просторах истоков рек и в низменных лесах, в дождливый же период лета переходят в гористые лесные места, где питаются грибами. В гористых местах с конца августа начинается похолодание, иногда рано выпадает снег. Тогда бараны вынуждены уходить с этих грибных мест в скалистые места. Зимой стада снежных баранов собираются на южных склонах гор, где быстрее и раньше тает снег и зеленеет трава. Наблюдения показали, что снежные бараны в общем легко переносят зимние холода, укрываясь в скалах от постоянных холодных ветров (чысхаан). Переносят они легко и летнюю жару, страдая лишь от назойливых кровососущих насекомых — гнуса и носового овода, личинки которого поселяются в носовой полости, разрушая ее ткани.

Весной и летом бараны поедают преимущественно различные зеленые растения (сибэкэ, подснежник, листья кустарников), а также лишайник, который растет на скалистой почве. Со второй половины июля до выпадения снега они поедают грибы и ягоды (сииксэ). Каждый день бараны приходят на несколько часов к солонцу полакомиться солью. Они жадно лижут, грызут соленую землю и разбивают ее копытами. Здесь-то, у солонцов, их обычно и подстерегают охотники. Напуганные выстрелом, бараны днем больше не приходят. От своих врагов — человека и волка — снежные бараны спасаются бегством: большими, ловкими прыжками они мгновенно достигают недоступных скалистых вершин.

Рев снежных баранов очень своеобразен и легко отличим: у самцов он низкий, глубокий, глухой, с трудом вырывающийся наружу. Ревут самцы очень редко и только во время гона в лунные ночи; у самок — рев высокий, чуть глуховатый, легкий, без напряжения. Часто ревут ночью самки-матери, потерявшие своих ягнят.

У всех снежных баранов, достигших одного года, рога хорошо заметны. По словам охотников, рога у ягнят появляются в семимесячном возрасте. У самок они тоньше, чем у самцов. Рога взрослого самца весят в среднем 5—7 кг или 1/8 часть живого веса барана. Во время гона самцы «меряются» силами, и тот самец, который побеждает, возглавляет стадо. Стада, как правило, небольшие.

Гон у снежных баранов длится один месяц, примерно с 25 октября до 25 ноября. После гона самец некоторое время живет в одиночестве.

Окот начинается приблизительно с 5 мая и длится до конца месяца. Иногда охотники замечали случаи позднего окота — вплоть до 10 июня. Происходит он на самых труднодоступных человеку местах — между скалами, вблизи которых нет ни деревьев, ни кустарников. Очень редко наблюдается рождение двойни. Новорожденный ягненок очень быстро встает на ноги, гораздо быстрее, чем у домашних животных. Цвет шерсти ягнят сверху темно-серый, снизу — светлый. Даже опытный охот-



Череп снежного барана

ник с трудом замечает ягненка, до такой степени сливается он с окружающей обстановкой. Ягнята сосут свою мать до следующего оплодотворения, после которого в вымени пропадает молоко. В случае яловости матери, ягненок сосет до конца второго года.

Днем свежие бараны два-три раза пасутся, остальное время лежат и жуют. В это время стадо сторожит вожак. Обычно это старый самец или сам-

ка. Почуввав опасность, вожак бросается бежать длинными прыжками, высоко поднимая голову и почти вертикально держа свой маленький торчащий хвост. Все стадо бежит за ним следом, при этом замыкающие ориентируются по белым пятнам хвостов передних.

Р. Г. Черемкин

*Кафедра анатомии сельскохозяйственных животных
Якутского государственного университета*

ДРЕВНИЕ РАЗРАБОТКИ РТУТИ В ЮЖНОЙ ФЕРГАНЕ

В пределах Южно-Ферганского ртутно-сурьмяного пояса, выделенного Д. И. Щербаковым на основании геологических предпосылок еще во времена известной Таджикско-Памирской экспедиции Академии наук СССР (1926—1937 гг.), к настоящему времени выявлено свыше двухсот рудопроявлений. Практически все они были обнаружены по следам древних разработок. Приходится удивляться искусству и настойчивости древних рудознатоцев. Ведь везде, начиная от безжизненных полупустынных предгорий Алайского, Туркестанского и Нуратинского хребтов и кончая ледниками осевой части Алайско-Туркестанской горной системы, разбросаны группы древних разработок на ртуть. Иногда это еле заметные закопашки, пройденные с целью предварительного опробования, в других случаях — это громадные камеры, целые подземные залы или сеть ветвящихся ходов, проникающих в глубь земли на многие десятки метров.

Как правило, древние рудокопы работали с предельной экономией средств, выбирая только богатую руду. Поэтому форма этих выработок в большинстве случаев строго соответствует размерам обогащенных рудных гнезд. Однако известны случаи разрешения древними рудознатоцами и весьма сложных геологоразведочных задач. Так, например, на одном из месторождений Сохской группы рудокопами пройдена по пустым породам подходящая штольнеобразная выработка длиной в несколько десятков метров. Ее назначение — подсечение на глубине крутозалегающей пластообразной залежи, выходы на поверхность которой располагались выше по склону.

Следы деятельности древних рудокопов оказывали и продолжают оказывать неоценимую помощь при поисках новых ртутных месторождений. Во многих случаях о прежних разработках напоминают лишь названия, сохранившиеся в памяти местных жителей. Так, по наименованию одного из перевалов в Алайском хребте — Сымап (измененное «Сим-об», что в переводе с таджикского означает

«серебряная вода», т. е. ртуть), Д. И. Щербакову и А. Ф. Соседко удалось обнаружить в 1927 г. ряд рудопроявлений в известняках.

Несмотря на столь большое значение древних разработок ртуть как с поисковой точки зрения, так и для изучения истории материальной культуры народов Средней Азии, их археологическое изучение до сих пор не произведено. Пионером в этой области был известный среднеазиатский археолог профессор М. Е. Массон. Именно благодаря его трудам установлена примерная датировка этих древних работ. Их начало, по его мнению, восходит к VIII—IX вв., а внезапное прекращение разработок вызвано опустошительными войнами Тамерлана (XIV в.). К сожалению, после работ М. Е. Массона историей древнего ртутного промысла в Южной Фергане никто из археологов не интересовался.

Летом 1956 г. при проведении дорожностроительных работ в районе Сымапского ртутного месторождения, на высоте около 3200 м над ур. м. было вскрыто несколько древних могильников. По просьбе Хайдарканской геологоразведочной партии они были осмотрены старшим научным сотрудником Ошского областного краеведческого музея А. И. Пошка. Погребения, к сожалению, плохо сохранившиеся, представляют собой захоронения молодого мужчины в возрасте 20 лет и двух женщин — 18 и 45 лет. Погребения — квадратно-срубового типа. Особый интерес представляют обнаруженные здесь предметы туалета. Пожилая женщина была погребена с небольшим числом туалетных принадлежностей (одна бусинка и сланцевый карандашик длиной около 5 см, служивший для подкраски бровей графитом). В погребении молодой женщины обнаружено свыше 50 стеклянных бус разного размера, большой кусок графита с углублением для натирания карандаша, седловидная бронзовая подвеска и хорошо ограненный кристалл красно-бурой разновидности граната (андрадита), укреплявшийся в перстне. В отдельных туалетных глиняных гор-

шпочках хранились разнообразные косметические средства, в том числе порошковая киноварь для поддурманивания щек. Химический анализ киноварной краски показал содержание ртути, равное 36,4%, а детальное изучение (минералогический и спектральный анализ) подтвердило, что эта киноварь добыта здесь же, на Сымапском месторождении.

Следует подчеркнуть, что все предметы минерального происхождения добыты непосредственно в районе Сымапского месторождения — в бассейне р. Сох. Так, бронзовая подвеска изготовлена, по-видимому, в районе древнего Канского рудника, располагающегося в 20 км восточнее Сымапа — на правом берегу р. Сох. Здесь известно небольшое медно-золотое месторождение Алтын-Джилга, разрабатывавшееся древними рудокопами. До сих пор в кишлаке Кан (что в переводе означает «рудник») сохранились груды медных шлаков и остатки руды, содержащей медь. Кристаллы граната, аналогичные обнаруженному в погребении, установлены в районе сая Калай-Махмут (левый приток р. Сох), там же выявлены залежи графита, располагающиеся в известняках в зоне контакта с изверженными породами. Плотный песчаный сланец, из которого изготовлены карандаши для подкрашивания (сурьмления) бровей, обнажается как в районе непосредственно Сымапского месторождения, так и в пойме р. Сох.

Коленные и тазобедренные суставы ног, а также локтевые суставы рук скелета мужчины оказались пропитанными порошковой киноварью. Содержание ртути в верхних слоях суставных коленных чашечек достигает 0,5%, а в большой берцовой кости — от 0,003 до 0,02%. Зубы юного рудокопа были изъедены и разрушены. Содержание ртути в них — до 0,15%. В левой руке он держал обожженную лучину. Эти факты не оставляют сомнения в том, что в погребении был захоронен рудокоп, обслуживавший реторты для возгонки ртути и погибший в результате ртутного отравления. Металлическая ртуть, попавшая в его организм вместе с воздухом, впоследствии выделялась в виде порошковой киновари. Лучинка в его руках предназначалась для освещения горных разработок в загробном мире, в котором он, несомненно, должен был продолжать заниматься своим земным делом.

Аналогичные погребения, числом свыше 27, не так давно были обнаружены в урочище Карабулак, недалеко от районного центра Киргизской ССР — с. Баткент, в нескольких десятках километров к северу от Сымапа. И здесь неслучайно принадлежностью женских захоронений были туалетные горшочки (в отдельных погребениях их находили до

9 штук), почти всегда с порошковой киноварной краской. Третье погребение такого же типа было обнаружено А. И. Пошкой осенью 1956 г. в урочище Андарак (к югу от кишлака Исфана). В нем была захоронена девочка-подросток; в погребении также обнаружен глиняный горшочек с порошком киновари.

Как видно из приведенных выше данных, жители Южной Ферганы весьма широко пользовались киноварью, графитом, кристаллом граната, бронзой и пр. Однако большая часть добытой киновари и полученной из нее ртути шла, по-видимому, на экспорт. Местные рудокопы поддерживали обширные торговые связи с соседними народами, в первую очередь с Китаем и Индией, о чем свидетельствуют находки в Карабулакских погребениях бронзовых зеркал как китайского, так и индийского происхождения. Особый интерес представляет находка в районе ртутного месторождения Богашин каменной пилочки. Последняя использовалась для разравнивания и нанесения узора на поверхность керамических реторт, в которых древние металлурги производили возгонку ртути. На пилочке имеются символические знаки явно индийского происхождения.

Описанные выше находки проливают дополнительный свет и на вопрос о времени древних ртутных разработок. Судя по Сымапским и Карабулакским погребениям, это II—IV века до нашей эры, а материалы изучения Богашинских находок позволяют высказать предположение, что добыча ртути в Южной Фергана производилась и значительно раньше.

Судя по антропологической характеристике сохранившихся черепов с описанных выше погребений, древняя добыча ртути осуществлялась, скорее всего, местными жителями. Этим самым опровергается широко распространенная точка зрения, что рудознатцами были пришельцы — выходцы из Китая или стран арабского востока.

Детальное изучение деятельности древних рудокопов на территории Южной Ферганы может дать неоценимый материал как для познания истории материальной культуры народов, населявших некогда Среднюю Азию, так и для выяснения их связей с народами Китая и Индии.

А. И. Пош

Ошский областной краеведческий музей

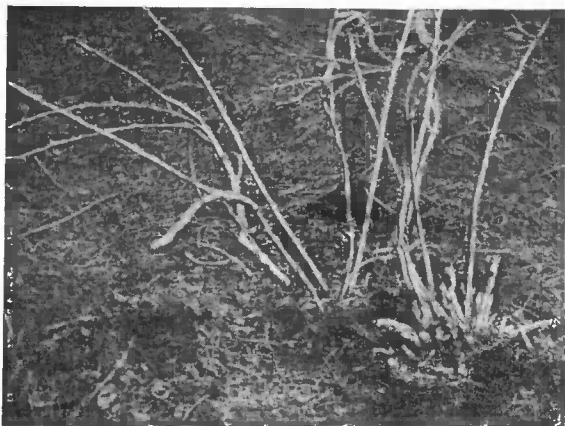
В. П. Федорчук

*Кандидат геолого-минералогических наук
Хайдарканская геологоразведочная партия
треста «Средазцветметразведка»
(Ошская область Киргизской ССР)*

ПОВРЕЖДЕНИЕ ГРЫЗУНАМИ КРЫЖОВНИКА И ЗЕМЛЯНИКИ

Мышевидные грызуны — опасные вредители плодово-ягодных садов. Подгрызая корни, сгрызая кору, скусывая побеги, грызуны губят плодовые насаждения, причем повреждают не только молодые, а нередко и взрослые, плодоносящие деревья. Так, зимой 1956—1957 г. в питомнике Горьковского сельскохозяйственного института мышами были повреждены яблони с штамбами до 10 см толщины, а в саду товарищества «Садовод-любитель» даже яблони 8—10-летнего возраста.

До последнего времени считалось, что растения, вооруженные шипами или колючками, надежно защищены от нападения мышевидных грызунов. Некоторые садоводы даже рекомендовали использовать такие растения для защиты культурных деревьев и кустарников от грызунов. Почти в каждом руководстве по садоводству можно встретить несколько строк, посвященных мерам защиты сада от грызунов, где рекомендуется обвязывание штамбов деревьев ветками ели.



Куст крыжовника «Финик зеленый», поврежденный грызунами

Данные последних лет заставляют, однако, изменить этот взгляд; Н. М. Дукельская (1954 г.) и Т. А. Адольф (1956 г.) указывают на повреждаемость грызунами и таких шипоносных культур, как штамбовые розы и шиповник, причем штамбовые розы в описываемом случае были укрыты еловым лапником и, несмотря на это, грызуны перегрызли укрытие и, добравшись до роз, обгрызли на них кору.

Зимой 1956—1957 г. сады г. Горького подверглись нападению мышевидных грызунов. Было повреждено много плодовых деревьев и, наряду с плодовыми деревьями впервые в плодово-ягодных садах были повреждены кусты крыжовника. В садах товарищества «Садовод-любитель» из 159 поврежденных грызунами растений 34 приходится на кусты крыжовника.

У поврежденных кустов крыжовника оказалась ободенной кора почти на всех побегах в местах с шипами, а тонкие побеги были надкусаны и измельчены. Однако не все сорта крыжовника были повреждены грызунами, а только один «Финик зеленый», и исключительно те его кусты, из-под которых осенью не была убрана опавшая листва, а почва под кустами не была перекопана. Кусты, под которыми почва осенью была опылена гексахлораном против пилильщиков и огневков, как правило, не повреждались грызунами даже в том случае, если листья из-под кустов не были убраны и почва не перекапывалась.

Обследуя поврежденные грызунами кусты крыжовника, удалось установить, что внутри кустов грызуны устраивали себе гнезда из опавших листьев и жили в них в продолжение всей зимы. Компактность кустов, сдерживающих снег от уплотнения, создавала благоприятные условия для устройства там временного зимнего убежища, а следовательно, и для перезимовки грызунов.

Особенности зимы 1956—1957 г. поставили мы-

шевидных грызунов в тяжелые условия. Повторные оттепели (до 2°) уплотнили снег, а последующие морозы сковали его прослойками льда. Лишенные возможности добывать корм из-под снега, грызуны переключились на питание корой деревьев и кустарников. Вначале они обгрызали кору у растений, находящихся поблизости от гнезда, затем стали уходить все дальше и дальше, повреждая все новые и новые деревья. Как правило, яблони, находившиеся на расстоянии 1—2 м от поврежденного крыжовника (зимнего убежища грызунов), были повреждены даже тогда, когда их штамбы обвязывались защитными средствами. При таянии снега можно было обнаружить ходы в снегу от поврежденных кустов крыжовника до ближайших плодовых деревьев. Из 96 поврежденных грызунами яблонь 42 находились в непосредственной близости от крыжовника с гнездами грызунов. Это говорит о том, что кусты крыжовника могут быть местом скопления мышевидных грызунов и в этом отношении опасны для плодовых деревьев.

В эту зиму имело место повреждение грызунами земляники в местах с глубоким снегом, и особенно сильно — на склонах. Грызуны объедали зимующие листья и выгрызали верхушечные почки. В некоторых особенно крупных кустах земляники грызуны устраивали себе временные гнезда.

Таким образом, крыжовник и земляника могут, как и плодовые культуры, подвергаться нападению

грызунов и также нуждаются в защите. На основании наблюдений над поведением мышевидных грызунов в плодово-ягодных садах и отдельных опытов мы предлагаем ряд мер защиты крыжовника. Во-первых, необходимо осенью собирать все опавшие листья из-под кустов крыжовника и листья таким образом грызунов материала для изготовления временного зимнего гнезда. Во-вторых, учитывая, что кусты крыжовника служат благоприятным местом для укрытия грызунов от непогоды, рекомендуется раскладывать осенью, а желательно и зимой, отравленные приманки из препаратов мышьяка или из «крысида». В-третьих, необходимо опыливать кусты и почву под кустами дустом гексахлораном.

Непосредственное наблюдение над грызунами показало, что гексахлоран действует на грызунов как отпугивающее средство. На опудренных им участках грызуны летом не появляются в течение месяца. Зимой продолжительность действия гексахлорана намного удлинняется, а в некоторых случаях может продолжаться всю зиму. Нами гексахлоран применяется для изгнания грызунов из хранилищ (подполий, погребов, подвалов и т. п.) и дает хорошие результаты. Все это говорит о том, что гексахлоран перспективный химикат и может быть с успехом использован при защите сельскохозяйственных растений от грызунов.

Ф. А. Швандеров
Горький

ЦВЕТЕНИЕ ФИКУСА В КОМНАТНЫХ УСЛОВИЯХ

Фигус обыкновенный, смоковница (*Ficus elastica* Roxl.) принадлежит к семейству тутовых (Moraceae). Это древесное растение тропического или субтропического леса, с крупным стеблем, досковидными корнями, раскидистой кроной и крупными кожистыми, короткочерешковыми листьями.

В комнатных условиях фигус можно часто встретить и далеко на севере, как вечнозеленое декоративное растение. В этих условиях он цветет очень редко. Многие даже считают, что в средних широтах фигус цвести не может.

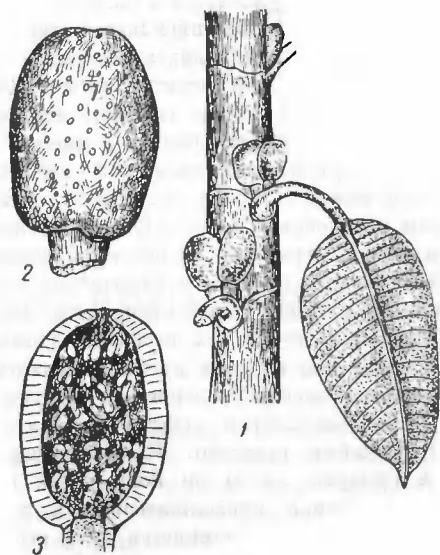
В 1953 г. А. И. Гриппин сообщил нам об интересном явлении у фигуса, растущего у него дома. В феврале он обнаружил появление в пазухе средних листьев двух бугорков, похожих на бутоны; такое же явление наблюдалось у этого фигуса и в 1954 г. Данные анализа этих образований и проведенное наблюдение над их развитием показали следующее.

Цветущий фигус вырастили из отростка, взятого от шестилетнего растения. Материнское растение имеет высоту 1,9 м, раскидистую крону с 45 листьями; диаметр стволика на высоте 5 см равен 2,4 см. За все время своего существования он никогда не цвел. Рос в просторной, хорошо освещенной комнате, с постоянным температурным режимом 16—20°.

К началу цветения возраст фигуса, полученного из отростка, был равен трем годам и шести месяцам, он имел высоту 0,75 м, диаметр ствола на высоте 5 см от поверхности почвы равен 19 мм; фигус рос одним стволиком, имел 14 листьев.

До цветения и в период цветения он находился в плохо освещенной комнате, при температуре с резким колебанием в течение суток от 8 до 24° тепла.

В начале февраля 1953 г., на третьем году жизни в пазухе средних листьев стали появляться по два



Схематический рисунок некоторых деталей цветущего фикуса; 1 — стебель с двумя соцветиями в пазухе каждого листа; 2 — внешний вид увеличенного соцветия; 3 — продольный разрез с мужскими цветками в верхней и женскими в нижней части соцветия

бугорка, похожие на почки, прикрытые пленчатыми выростками. В начале марта пленчатые вы-

росты начали разрываться и отваливаться, а два бугорка, достигшие 0,8 см длины, продолжали расти. При этом их окраска изменилась из зеленого цвета в желтовато-зеленый, а позднее в светлорыжий с появлением на поверхности белых пятнышек диаметром до 1 мм. Вид фикуса в это время показан на рисунке.

Появление и развитие генеративных органов — мужских и женских цветков — как в 1953 так и в 1954 г. проходило в один и тот же период года, а именно в конце марта — начале апреля, когда продолжительность светового дня бывает в пределах 9—10 часов. Анализ бугорка в полном развитии показал, что он представляет собой закрытое с небольшим отверстием наверху соцветие с цветками, расположенными внутри, в котором мужские цветки хорошо развиты и находятся ближе кверху, а женские развиты слабее и расположены в нижней части соцветия. Схема продольного разреза соцветия фикуса представлена на рисунке.

С 1955 г. и до настоящего времени этот фикус находится на кафедре ботаники Брянского лесохозяйственного института и ни разу больше не цвел. Очевидно световой и тепловой режим в условиях лаборатории неблагоприятен для развития его генеративных органов.

П. В. С а л а н к е в и ч

Брянский лесохозяйственный институт

ДУШИСТЫЙ ЦИКЛАМЕН

В оранжерейной и комнатной культуре хорошо известны крупноцветные гибридные цикламены. Но широкого распространения в комнатной культуре заслуживает и другой вид — цикламен европейский. Главное достоинство его — ароматные цветки и неприхотливость к условиям произрастания.

Цикламен европейский поражает своим пышным цветением. Окраска его цветков — от сиренево-розоватой до карминно-красной. Цветки и листья мельче, чем у гибридного цикламена. С ранней весны до поздней осени продолжается его цветение. На это время растение лучше помещать в полутенистое место; ему полезны удобрительные подкормки и обильная поливка.

Зимой растение нуждается в отдыхе, его лучше в это время содержать в прохладном месте. Но оно может зимовать и в жилой комнате, на окне.

Привлекает в нем и легкость размножения. Его можно размножать семенами, делением клубней и отпрысками. От одного маточного растения легко получить более десятка таких растений.

Цикламен европейский хорошо развивается и обильно цветет в земельной смеси из листовой, торфяной и дерновой земли и в огородной земле с добавлением песка.

Б. А. Б ы к о в

Москва

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

СЕМИНАР В ИНСТИТУТЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

На семинаре в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова, проходящем под руководством академика П. Л. Капицы, заслушиваются интересные сообщения научных работников различных институтов по многим актуальным проблемам естествознания; как правило, докладываются оригинальные и самые современные работы.

Считая, что краткое изложение некоторых докладов будет интересно для читателей «Природы», редакция с настоящего номера начинает публикацию на страницах журнала сообщений о семинаре.

Член-корреспондент Академии наук СССР И. Я. Померанчук сообщил об интересном результате, который он получил, рассматривая электропроводность металлов в связи с их изотопическим составом. Ему удалось рассчитать, что рассеяние электронов проводимости нерегулярным возмущающим полем, появляющимся в результате неодинаковости масс изотопов, составляющих металл, создает небольшое дополнительное электросопротивление, совершенно незаметное в технических металлах. Но для очень чистых металлов, в которых почти не осталось примесей и неоднородностей, этот эффект может стать существенным. Эффективная длина l свободного пробега электронов проводимости, связанная с изотопическим составом, например, естественного олова, получается порядка нескольких миллиметров. Современные способы очистки олова от примесей дают возможность получить чистые и однородные образцы. На таких образцах олова Ю. В. Шарвицу (Институт физических проблем) удалось измерить остаточное сопротивление, которое по порядку величины может вполне определяться изотопическим эффектом.

Любопытным следствием этой работы является то, что химическая очистка естественного металла дальше известного предела вызовет уже незначительное увеличение электропроводности и такая сверхвысокая чистота будет иметь смысл только для моноизотопных образцов.

М. А. Айзерман, научный сотрудник Института автоматизации и телемеханики Академии наук СССР, рассказал о применении пневматики в автоматике и кибернетических устройствах.

Аналитические и управляющие машины конструируются в настоящее время на основе электроники, и их существенным достоинством считается быстрое действие. Главными минусами электронных аппаратов является необходимость перевода электронной команды в механическое действие (очень часто через пневматический привод), чувствительность к внешним воздействиям (тряске, изменениям температуры и др.). Но быстрое действие при управлении механизмами не всегда существенно. В самом деле, какой смысл в том, чтобы управляющая машина за сотые и тысячные доли секунды решала, какие заслонки закрыть и какие открыть, если механическая инерция заслонок не позволяет выполнить эти операции быстрее, чем за секунды и десятки секунд.

Пневматические устройства, в которых импульсы передаются со скоростями порядка звуковых, свободны от перечисленных минусов и могут использоваться почти во всех случаях, где для решения задачи аппарату дается больше $1/10$ секунды.

При помощи каналов, мембран и клапанов можно сконструировать пневматические вычислительные лампы, осуществляющие операции суммирования, множительно-делительные, интегрирования и другие. Докладчик демонстрировал пневмолампы размером в одну спичечную коробку, сравнительно простой конструкции и высокой прочности и надежности. Прибор для поиска максимума про-

песса, сконструированный с подобными пневмо-лампами, получил Большой приз на Брюссельской международной выставке.

При помощи этих ламп возможен аналитический поиск режима наибольшей производительности или наименьшей себестоимости. На одном из московских заводов уже применяется подобная пневматическая автоматика.

Можно построить пневматический аналог германевому кристаллу и аналог электронному диоду, обладающий детекторными свойствами.

Таким образом, получается возможность создать пневматическую систему, решающую любую логическую и аналитическую задачу, которая ныне решается электронными системами. Можно сконструировать модель нейрона, причем интересно, что скорость передачи импульса будет того же порядка, что и скорость передачи нервных импульсов в организме животных.

На хорошо изученном в аэродинамике принципе отрыва пограничного слоя газа можно построить прибор, генерирующий акустические колебания от звуковых частот до частот в тысячные доли герца. Он дает возможность производить и логические операции. Преимущество этого прибора в том, что в нем нет никаких движущихся частей.

Эта неизученная область техники может иметь широкие и самые неожиданные применения. Выносливость и надежность аппаратуры, особенно температурная, огромны.

В УРАЛЬСКОМ ОТДЕЛЕНИИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В 1949 г. в Свердловске было организовано Уральское отделение Всесоюзного минералогического общества. На заседаниях члены общества выступают с сообщением о новых данных, полученных как при научных исследованиях, так и на полевых производственных работах по геологии и минералогии Урала. Выступают не только геологи Свердловска и других городов Урала, работающие на различных месторождениях и в геологоразведочных партиях, но и ученые Москвы, Ленинграда и из стран народной демократии.

Среди обсужденных в 1958 г. докладов большая часть была посвящена минералогии, геологии месторождений полезных ископаемых, петрологии, геохимии и стратиграфии. Большой интерес вызвали сообщения о вновь открытых минералах дикиите и аллофане из девонских бокситов. Убе-

дительно, с демонстрацией фактического материала прозвучал доклад о причинах окраски в красный и оранжевый цвета сивьина, галита и карналлита Соликамского месторождения: окраска этих минералов обусловлена наличием ископаемых водорослей, содержащих железо как пигментирующее вещество. Интересные сведения содержали сообщения о показателях преломления бериллов различных генетических типов, о минералогии Зюзельского месторождения, о сульфидном оруденении на Полярном Урале и т. д.

На заседаниях, посвященных процессам рудообразования и геологии месторождений полезных ископаемых, обсуждены доклады о режиме кислотности и щелочности после магматических рудообразующих растворов и явления, происходящие в магматическом расплаве. Содержательные доклады были сделаны по геологии и минералогии открытого в 1954 г. ильменито-магнетитового месторождения, железорудных и колчеданных месторождений, месторождения драгоценных и поделочных камней. Обсуждался также вопрос об использовании уральского мрамора, как облицовочного и статуарного камня.

В области петрологии обсуждались процессы гранитизации железистых кварцитов Уфалейского гранитного массива, промышленного использования нефелиновых сиенитов и т. д. Заслуживают внимания доклады по геохимии стронция в карбонатах Бакала, а также «Палеогеография Урала. Фаменский век».

Член Академии наук Румынской Народной Республики А. Кадарча рассказал об успехах в области геологии в своей стране.

Два доклада посвящены 75-летию со дня рождения акад. А. Е. Ферсмана, где подчеркивалась его роль в изучении Урала. Был заслушан доклад на тему: «Перспективы развития алюминиевой промышленности в ближайшие 10—15 лет».

8 апреля 1958 г. в 9 час. 45 мин. вечера местного времени на Урале наблюдался яркий болид. Полет его был виден на площади в поперечнике около 500 км. Комиссия по метеоритам собрала обширный материал наблюдений по полету болида и выявила место возможного выпадения метеорита. На заседаниях комиссии обсуждались доклады по изучению метеоритного вещества и наблюдению за искусственными спутниками Земли.

И. А. Юдин

Кандидат геолого-минералогических наук

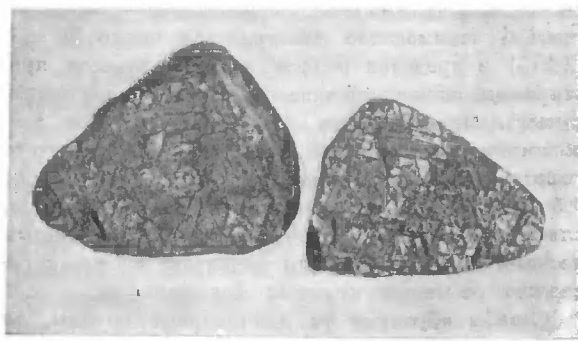
Уральское отделение Всесоюзного минералогического общества
(Свердловск)

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

НАХОДКА МЕТЕОРИТА

На прииске им. М. В. Фрунзе (Магаданская область) в ноябре 1957 г. в шахте № 34, на глубине 32 м, звено шахтеров работало на проходке штрека. Во время транспортировки грунта рабочий на скрепере т. Солуха обратил внимание на то, что в подошве забоя выступает кусок породы. Скреперный ковш не смог разрушить выступ, а удар по нему напоминал удар по железу. Это заинтересовало рабочих, они извлекли кусок породы и попытались разбить его кувалдой, но не смогли. Затем находка, весящая около 15 кг, была доставлена в механический цех, где удалось раздробить ее на две части.

В изломе монолит имеет ярко выраженную кристаллическую структуру, причем кристаллы — треугольной формы, строго ориентированы. Между кристаллами содержатся включения минерального вещества. Наружная поверхность найденного тела как бы оплавлена, с заметными следами выветривания. Находка напоминает по форме большой окатанный вытянутый булыжник и обладает магнитными свойствами. Химический анализ показал сле-



Вид метеорита в изломе

дующий состав: углерод — 0,4—0,5%, никель — 5—6%, остальное — железо. Других примесей в сплаве не обнаружено. Состав минеральной прослойки между отдельными кристаллами анализу не подвергался. Удельный вес вещества равен 7,82. Химический состав и расположение найденного тела позволяет ориентировочно предполагать, что оно представляет собой кристаллит, метеоритного происхождения.

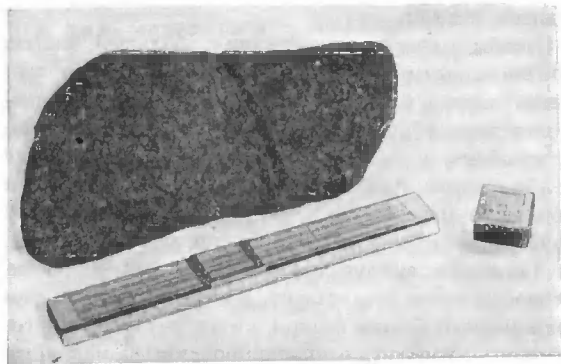
Ввиду того, что в указанном месте ранее никаких работ не велось, а толща покрывавших метеорит пород значительна, находка этого тела на столь большой глубине, по моему мнению, может представить научный интерес.

А. И. Шульженко

Прииск им. М. В. Фрунзе (Сусуманский район, Магаданской области)

• • •

20 октября 1958 г. находка на прииске им. М. В. Фрунзе поступила в Комитет по метеоритам Академии наук СССР, где и была окончательно установлена метеоритная природа найденной железной массы. Обнаружение нового железного метеорита, как и описание его, имеет большую научную ценность. По постановлению Президиума



Внешний вид метеорита

Академии наук СССР, рабочему т. Солухе, нашедшему метеорит, сохранившему и передавшему его в научное учреждение, за содействие науке выдана денежная премия в размере тысячи рублей.

СТОЛБООБРАЗНЫЕ КОНКРЕЦИИ В БОЛГАРИИ

В Болгарии, в 15 км к западу от приморского курорта Варна, располагается исключительно интересное геологическое образование — каменные столбы, занимающие пространство около 20 км², (2,5-8) в пределах полосы северо-западного простираения, сложенной палеогеновыми образованиями (эоцен). Издалека эти столбы напоминают лес, обломанный ураганом, или раскопки какого-то города. Столбы имеют высоту до 5 м и диаметр от 0,5 до 3 м. Почти все они очень ровные, прямые, сложены плотным светло-серым мелкозернистым песчаником с известковым цементом, песчаник содержит раковины крупных фораминифер.

Столбы образуют то причудливые группы, то высятся в виде отдельных обелисков. Иногда наблюдаются ряды столбов меридионального и северо-восточного простираения. Почти все столбы обособле-



Столбообразная конкреция, с расширением в верхней части

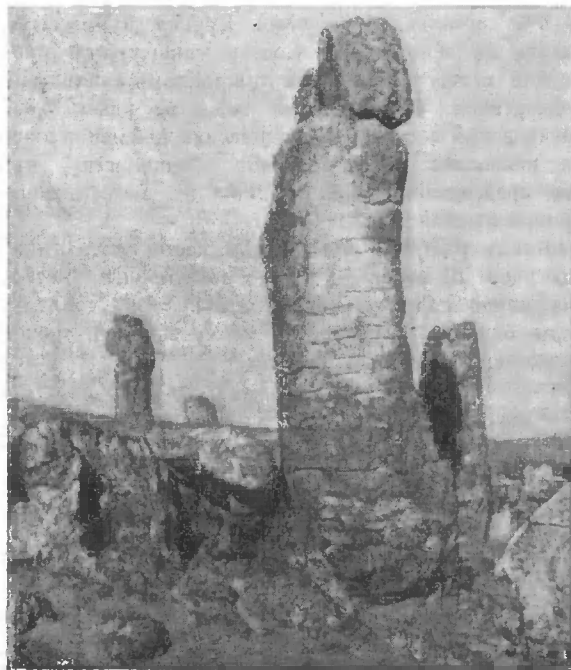
ны друг от друга и только изредка сливаются по два—три вместе. Иногда они несколько суживаются книзу. В одном участке обнаружен ряд столбов, имеющих раздвиг на одной и той же высоте — примерно в 1,5 м от основания.

Поверхность столбов шероховатая, зачастую с продольными бороздками и валиками. Некоторые валики напоминают патечные формы. На месте более мягких и более легко разрушающихся раковинок фораминифер образуются пустотки, поэтому поверхность столбов пористая. Поперечные бороздки эолового происхождения встречаются редко. Внутри столбы часто пустотелы или выполнены рыхлым песком.

Столбы рассечены трещинами, большей частью горизонтальными или слабо наклонными. По трещинам иногда наблюдается смещение верхней части или даже обрушивание столбов. Местность усеяна глыбами и обломками песчаника. Некоторые столбы лежат на песке. В отдельных случаях небольшие массивы песчаника напоминают группу столбов, тесно стоящих как бы под одной крышей.

Ландшафт вокруг столбов пустынный: растительность почти отсутствует, и вся поверхность сложена мелким белым песком, среди которого многочисленны хорошо отпрепарированные раковины нуммулитов. Возраст песка, так же как и песчаника, определяется как лютетский.

О происхождении Варненских столбов выска-



Типичная столбообразная песчаниковая конкреция

зывались самые разноречивые гипотезы. Их считали произведением человека, относили к категории золотых образований, связывали с морской абразией, высказывали гипотезу о комбинированном золото-эрозийном происхождении. Наконец, учитывая обилие фауны в песчаниках столбов, высказывалось мнение об их биогенном рифогенном происхождении.

Наиболее верную, на наш взгляд, гипотезу предложил Стефан Бончев¹. Он предполагал, что вода, циркулировавшая по трещинам в ныне размытых известняках верхнего лютета, покрывавших пески, обогащалась известью. Затем она проникала в слой песка и, фильтруясь по трубовидным каналам через песок, цементировала его известью, превращая в плотный песчаник. В песке образовывалась своеобразная песчаная сосулька, которая затем разрасталась от наслоения на ее поверхности новых порций карбонатного раствора. Стефан Бончев сравнивает этот процесс с ростом сталактитов и даже называет колонны сталактитами, образовавшимися не в воздушной, а в песчаной среде. Это подтверждается концентрическим строением некоторых столбов, натечными образованиями на поверхности столбов, вертикальными, а не горизонтальными, как это было бы в случае дефляции, бороздками на столбах и т. д. Таким образом, столбы песчаника были сформированы в толще песка еще до того, как он оказался на поверхности.

Профессор В. И. С л а в и н

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

ИНТЕРЕСНЫЕ СЛУЧАИ ФОТОТРОПИЗМА

Как известно, бук — порода теневыносливая; в ряде типов леса — ясенниково, подлесниково, мертвопокровном — под пологом леса всегда есть значительное количество подроста. В насаждениях с высокой полнотой, в местах с наибольшей сомкнутостью полога, такой подрост, испытывая недостаток света, часто теряет механическую устойчивость и принимает наклонную или стелющуюся, чаще всего в сторону основания склона, форму. На рис. 1 показано дерево, которое, находясь долгое время в угнетенном состоянии, в условиях сильного затенения, приняло форму дуги. Попад в условия полного освещения в результате

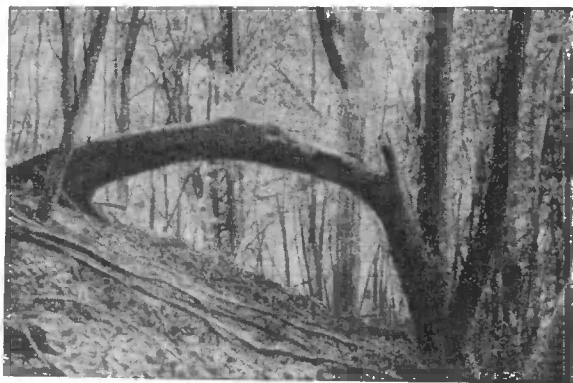


Рис. 1. Бук, принявший форму дуги

произведенной сплошной рубки деревьев материнского полога, но не будучи в состоянии выпрямиться, оно образовало в вершине острое колено, опирающееся на землю, и дало два прямых, хорошей формы ствола диаметром в 18 и 28 см на высоте груди и высотой в 17 и 20 м. Диаметр нижней части ствола, образовавшей дугу, на расстоянии 1,3 м от шейки корня — 36 см, длина дуги — 4 м, высота — 1,4 м.

На рис. 2 изображен бук, который до возраста 15—20 лет также находился под пологом густого леса; стремясь выйти в просвет между деревьями, он принял причудливо изогнутую форму. Диаметр дерева на высоте груди в направлении по склону — 25 см, в направлении перпендикулярно склону — 15 см. Такое соотношение диаметров, как видно по снимку, в дальнейшем изменится. Лишь начиная с высоты 3,5 м дерево выпрямляется и ствол его принимает цилиндрическую форму. Высота дерева 15 м. В непосредственной близости к нему растут два более тонких ствола, диаметром одно в 8,3 см, другое в 8,1 см. Эти деревья служат как бы опорой для изогнутого ствола. Одно из них на высоте 1 м от земли даже срослось с ним. Нижняя часть изогнутого ствола в сочетании с более тонкими стволами образует фигуру, напоминающую собою арфу.

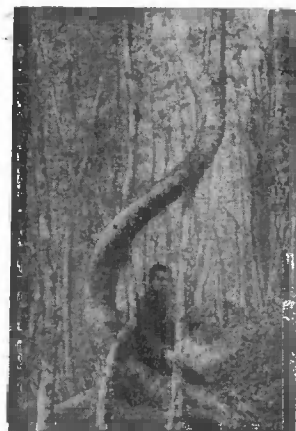


Рис. 2. Бук, принявший форму арфы

¹ См. С. Бончев. Происходит (генезисът) на исправените камъни (Дикилиташ) или стърчила във Варненско, Сп. Геология на Балканите, год 1, ин. 1, 1934.

Прилагаемые снимки сделаны в Аджикендском лесничестве Кировабадского лесхоза Азербайджанской ССР, на высоте 1400 м над ур. м, в буковом насаждении 40 лет; тип леса — букняк мертвопокровный. Оба дерева достигли возраста 55—60 лет и представляют собой сохранившиеся особи подроста вырубленного 40 лет тому назад старого букового леса.

А. М. Гусейнов

Кандидат сельскохозяйственных наук

Азербайджанский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации (Баку)

ПРИДАТОЧНЫЕ КОРНИ ДЕРЕВЬЕВ

Проводя в 1956 г. раскопки в молодых полевых защитных лесных полосах на Черных землях, мы обнаружили хорошо выраженное явление формирования придаточных корней на стволах у ряда древесных пород при заносе последних песчаной пылью. Нами выявлены следующие особенности формирования придаточных корней у отдельных пород.

В совхозе «Турксад», Арагирского района, Ставропольского края, в одной из полевых защитных лесных полос, на глубине 40—50 см от поверхности золотого холма, имеющего общую высоту 1,5 м, обнаружены многочисленные придаточные корни у ясеня пушистого (*Fraxinus pubescens*). Горизонт с множеством корней толщиной до 4—5 мм и длиной до 0,5 м составляет около 25 см. Глубже также встречаются горизонтально расположенные придаточные корни, но их меньше, а толщина и длина примерно такие же. Самые тонкие корешки (менее 1 мм) отходят от ствола и на глубине 25—30 см

от поверхности золотого бугра. Эти корешки, видимо, появились в год раскопки (1956), когда почва была глубоко промочена зимними осадками. Больше всего придаточных корней отходит от стволика ясеня, толщина которого 3—3,5 см. Весь слой наноса (1,5 м) образовался за несколько лет, накопление песчаной пыли происходило не каждый год. На глубине около 1 м слой в 20—25 см был густо пронизан отмершими тонкими корешками травянистых растений. Возможно, что такое зарастание травянистой растительностью было результатом влажного 1952 г. По нашим наблюдениям, в 1956 г. почти все песчаные бугры, голые в 1955 г., покрылись однолетними сорняками, особенно гулявником, так как на Черных землях этот год был весьма влажный.

При анализе механического состава золотого наноса было выяснено, что он состоит на 80—82% из массы мелкозернистого песка с примесью 3,5—5% песчаной пыли и 14—15% мелкозема, т. е. может считаться супесью. В то же время коренная почва под золотым бугром содержит песчаной пыли 13%, а мелкозема — 26,5%. Можно считать, что при выдувании и перетолжении почвы произошло «опесчанывание» механического состава перевеяной массы за счет выноса мелкозема.

Раскопка была проведена и под другими породами. Оказалось, что у гледичии придаточные корни появляются на глубине 20—25 см — немногим ближе к поверхности, чем у ясеня пушистого. Примерно на такой же глубине обнаружены корни и на стволиках акации белой. У шелковицы белой и клена ясенелистного придаточные корни были расположены в непосредственной близости от поверхности песчаного бугра, на глубине 5 см. Таким образом, у этих двух пород придаточные корни образуются раньше, чем у других, они появляются в слое наноса прошлого года, видимо, сразу после его увлажнения весенней влагой.

Совсем не дали придаточных корней стволы плодовых пород — абрикоса и вишни, хотя они были засыпаны одновременно с описанными выше древесными породами.

Как видим, даже в полупустынном климате при погребении деревьев золотым песчано-пылевым наносом происходит формирование новой корневой системы во вновь образовавшемся почвенном слое.

В. В. Миронов

Кандидат сельскохозяйственных наук

Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (г. Пушкино, Московской области)



Занос лесополосы мелкоземом

НИЖНЕПЛИОЦЕНОВЫЙ ГОРНЫЙ
КОЗЕЛ В КРЫМУ

В геологической истории Черного моря еще немало спорных моментов. Так, наличие южных элементов в фауне Крыма и некоторые особенности сарматских отложений давали основания акад. Н. И. Андрусову говорить о существовании понтийской суши, соединявшей Горный Крым с Малой Азией.

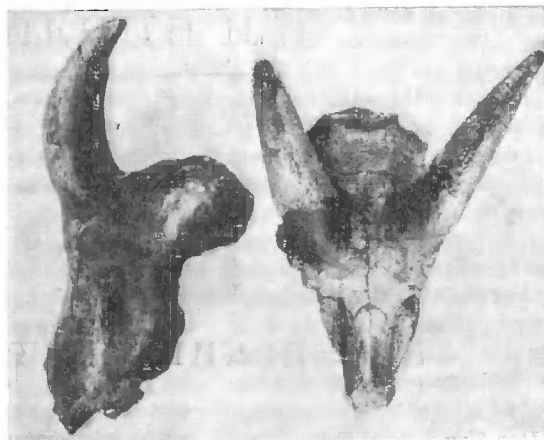
Частые находки палеонтологических остатков помогают в разрешении вопроса о времени образования Черноморской котловины и о существовании на месте Черного моря горной суши — Понтиды¹.

20 декабря 1957 г. В. К. Лисевич, работая в песчано-гравийном карьере, находящемся вблизи Симферополя (Московская трасса), обнаружил череп и другие кости неизвестного ему животного и доставил их в Институт археологии АН УССР. Эти кости затем были переданы в Институт минеральных ресурсов АН УССР для палеонтологического определения проф. В. В. Богачеву.

В разрезе вышеуказанного карьера под красными суглинками залегают диагонально-слоистые пески и песчаники с остатками понтийских раковин. Песчаник слабосцементированный, разнотекстурный, со слюдой. Кости животного находились на глубине 6—6,5 м в слое грубозернистого несцементированного песка с мелкой галькой. Пески с костными остатками подстилаются разрушенным грязно-белого цвета верхнесарматским известняком с *Mastra caspia*, что позволяет относить возраст песков с костными остатками к меотису.

По предварительному определению проф. В. В. Богачева, найденные кости принадлежат крупному горному козлу — туру, который, по-видимому, относится к новому, еще не описанному виду. Он близок к описанному в 1903 г. М. В. Павловой горному козлу *Capra (Ibex) cf. sebennarum* Gew. из Кривой Балки в окрестностях Одессы. Описанный М. В. Павловой череп козла происходит из одесского (понтийского) известняка.

Наш экземпляр отличается значительно большими размерами и относится к группе полорогих, распространенных по всему горному поясу, от Средиземья до Внутренней Азии. Нижняя челюсть не сохранилась. Утрачены также межчелюстные кости и слегка повреждены зубы. Рога несколько различны по величине. Общая длина черепа — 260 мм.



Череп найденного нижнеплиоценового горного козла.
1 — вид сбоку, 2 — вид спереди

Длина затылочной половины, считая от основания роговых стержней (сзади), — 60,5 мм, или составляет 22, 27% общей длины черепа.

Кроме этого черепа, найдено еще несколько шейных позвонков, плечевая кость, метакарпальная и фаланги, принадлежащие другим особям.

Недавно (в начале мая 1958 г.) в том же песчано-гравийном карьере была обнаружена челюсть гиппариона (*Hipparion gracile* Капр), тоже меотического вида. Эта находка дает дополнительный материал для доказательства существования горной суши — Понтиды — на месте Черного моря, которая опустилась под уровень моря в постплиоценовую эпоху. Горный же Крым представляет собой обломок северной окраины Понтиды. Эта суша открывала широкий путь из стран Средиземья в Южную Россию для богатой, так называемой пикермийской фауны африканского типа, особенно хорошо представленной в меотических осадках. В пикермийской фауне встречаются не только жирафы, антилопы, страусы и др., но даже такое своеобразное животное, как трубкозуб (*Orycteropus*), к слову сказать, найденный и в марагинской фауне Ирана. Проф. С. А. Ковалевский указывает, что на яйлах Горного Крыма имеются следы ледниковой деятельности, областью же развития этих ледников естественно считать горы Понтиды, и существование горных козлов *Ibex* — еще одно из доказательств существования горной страны Понтиды.

Я. П. Курлов

Институт минеральных ресурсов
Академии наук УССР (Симферополь)

¹ См. С. А. Ковалевский. Крионоген. «Геологич. сборник Кипиневского университета», 1957, № 2.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

КОРЕЙСКИЕ ГЕОГРАФЫ О СВОЕЙ СТРАНЕ

Пак Тхэ Хун и Тен Хек

ОЧЕРК ГЕОГРАФИИ КОРЕИ

Издательство литературы на иностранных языках, Пхеньян, 1957, 130 стр.

В конце 1957 г. географическая литература по зарубежным странам обогатилась книгой Пак Тхэ Хуна и Тен Хека «Очерк географии Кореи», изданной на русском языке в Пхеньяне. В ней собраны переработанные и дополненные новыми материалами, но сокращенные работы, ранее опубликованные на корейском языке.

Пак Тхэ Хун и Тен Хек — исследователи, географы и педагоги, профессора университета им. Ким Ир Сена, кроме того, оба сотрудничают в Академии наук Корейской Народно-Демократической Республики.

Тен Хек в работе «Экономическая география Кореи», изданной Министерством просвещения КНДР в 1956 г., дал сельскохозяйственное районирование страны, в настоящее время разрабатывает общее экономико-географическое районирование. Совместно авторы выступают впервые. «Очерк географии Кореи» — популярная книга, рассчитанная на широкие круги советского читателя. Авторы расчленили работу на восемь небольших разделов. В первых четырех разделах дается анализ государственного

и общественно - политического устройства страны; географического положения территории; характеризуются природные условия — ресурсы, геологическое строение, полезные ископаемые; описываются омывающие страну моря, климат, реки и озера, почвенно-растительный покров; животный мир, население.

Остальные разделы книги посвящены экономике страны. Вначале говорится о том, что в прошлом, вследствие колониальной зависимости Кореи, размещение производства было крайне нерациональным. Затем рассказывается, как развивалось народное хозяйство после освобождения и в послевоенный период. В заключение дана характеристика современного состояния всех отраслей промышленности.

Многолетние исследования природных условий Кореи, знание всех уголков и особенностей страны, личный опыт, глубокое понимание задач, стоящих перед страной, — несомненно наложили свой отпечаток на содержание этой небольшой, но ценной работы корейских географов. Ценность «Очерка географии Кореи» — в использовании свежих статистических и научных материалов. Текст дополняют и иллюстрируют карты, фотографии, таблицы, графики.

Из книги читатель узнает, что

после окончания войны в Корею, уже в 1955 г. в КНДР усилиями трудящихся, при дружеской поддержке стран лагеря социализма был превзойден довоенный уровень промышленного производства. В первом полугодии 1956 г. предприятия республики дали продукции на 50% больше, чем до войны. Произошли коренные изменения в структуре хозяйства страны. На долю социалистического сектора приходится 82% общего национального дохода, тяжелая промышленность дает уже 54% валовой продукции промышленности КНДР. В дальнейшем удельный вес промышленности неуклонно растет, значительно улучшилась материальная и культурная жизнь населения.

Искусственное разделение Кореи демаркационной линией на Северную и Южную задерживает развитие всей страны. Экономический разрыв с индустриальным Севером и иностранное вмешательство ввергли Южную Корею, где сельское хозяйство дает около 70% стоимости валовой продукции, в состояние кризиса. Население Южной Кореи, превращенной в колониальную и военную базу США, обречено на голод, нищету, угнетение, эксплуатацию (около 1 млн. безработных в 1957 г.). Это причиняет страдания и несчастья однородному по национальному

составу корейскому народу, имеющему свою многовековую историю, общую культуру, науку, искусство, быт, нравы. И поэтому весь корейский народ ведет напряженную борьбу за мирное объединение страны на демократических началах.

В КНДР общий экономический подъем охватил все отрасли народного хозяйства. Новые крупные ирригационные сооружения уже в 1956 г. обеспечивали постоянным орошением 74% всех рисовых полей. Значительно возросла механизация и химизация сельского хозяйства. Сельские районы в 1956 г. потребляли электроэнергии в 3,4 раза больше, чем в 1949 г. Повысилась урожайность зерновых и технических культур.

Отличаясь большим разнообразием природных условий, Корея располагает богатыми естественными ресурсами. Благодаря упорной работе геологов, за последние годы представление о размерах природных богатств Кореи во много раз расширилось. Запасы антрацита и бурого угля исчисляются примерно в 2,48 млрд. т. И хотя довоенный уровень добычи угля в КНДР был достигнут еще в 1956 г., он не обеспечивает потребности быстрорастущих отраслей народного хозяйства. Стоит задача удовлет-

ворить углем промышленность, транспорт и потребности населения страны и в 1961 г. довести добычу угля до 10 млн. т в год. Среди руд черных металлов особенно значительны запасы железных руд. Мусанский железорудный бассейн — один из крупнейших в Азии. На территории КНДР расположены месторождения вольфрамовых и молибденовых руд, никеля, кобальта, титана и ванадия.

Разработка медных руд — это одна из важнейших отраслей промышленности Кореи. Свинцово-цинковые и золото-серебряные руды залегают во многих районах севера страны. Велики запасы магнетитов и редких металлов, особенно церия и тория, много золота как жильного, так и рассыпного. Из нерудных и строительных материалов особенно значительны залежи каолина, графита, талька, гранита, мрамора, плавикового шпата и др.

Наиболее богата источниками гидроэнергии северная часть страны — здесь же сосредоточено 90% мощности всех электростанций. В КНДР построен ряд гидроэлектростанций (Супхунская, Хэчэнганская, Буденганская, Чандинганская и др.). В 1961 г. предусматривается довести выработку электроэнергии до 9,5 млрд. кВт-ч.

Производство чугуна в 1956 г. в КНДР достигло 187,2 тыс. т, стали 190 тыс. т. Производство минеральных удобрений 195 тыс. т.

Открытие и освоение новых энергетических и сырьевых источников и создание на их базе новых центров тяжелой промышленности привело к серьезным структурным изменениям в промышленности, возник ряд новых отраслей, таких как судостроение, паровозостроение, автомобилестроение, электротехника, производство проката, железного провода, рельс и т. д. Индустриализация страны изменила географическое размещение промышленности, населения; изменила структуру и направление хозяйственных связей всей Северной Кореи и ее отдельных провинций и районов.

Под руководством Трудовой партии Кореи трудящиеся ведут борьбу за дальнейшее укрепление материально-технической базы социализма в своей стране.

О всех многогранных изменениях в географии народного хозяйства КНДР и о географии всего Корейского полуострова в целом советский читатель получит вполне отчетливое представление по этой своевременно изданной книге.

Л. В. А р а м а с с е в а
Москва

ОЧЕРКИ О ГЕОЛОГАХ

С. С. Кузнецов

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ГЕОЛОГИ

Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1958, 196 стр.

Книга проф. С. С. Кузнецова «Отечественные геологи» рассчитана на широкие круги молодежи,

интересующейся геологией и географией нашей страны. Автор — крупный знаток геологии нашей Родины. Поэтому изложение геологических идей и открытий в его книге, несмотря на ее популярность, отличается большим знанием дела, а подчас и своеобразием трактовки. Вместе с тем научные описания весьма нагляд-

ны, можно сказать, даже картины, и всегда дают очень четкое представление о разбираемых вопросах. Такие места книги, несомненно, помогут выяснить ряд геолого-географических понятий и идей, пробуждая интерес к областям знаний, столь важным в формировании материалистического мировоззрения.

Проф. С. С. Кузнецов, в течение многих лет возглавляющий кафедру в Ленинградском государственном университете, является прекрасным педагогом и блестящим популяризатором геологических знаний. Его лекции, научные доклады и популярные чтения привлекают, как правило, многочисленных слушателей, высоко ценящих талант лектора. Эта сторона деятельности проф. С. С. Кузнецова нашла яркое отражение в его книге. В очерках жизни русских геологов и в описаниях их открытий автор книги всегда умело подчеркивает именно то, что может служить для молодого читателя образцом, «как надо жить, самозабвенно трудиться и быть безгранично преданным нашей Родине и ее героическим делам» (стр. 4).

Отметим еще одну особенность рекомендуемой книги. Автор ее лично знал почти всех героев своих очерков. Это обстоятельство придает особую жизненность и

своеобразную душевную теплоту созданным им портретам.

Наиболее удачны очерки, посвященные ученым Ленинградского университета, с которыми автор был особенно близок. Как живой, воскресает перед нами внешне замкнутый и чопорно холодный, а на самом деле неутомимо любознательный, энергичный и жизнелюбивый, профессор геологии А. А. Иностранцев (1843—1919). Мастерски описаны жизненный путь и замечательные творческие успехи выдающегося петрографа академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (1861—1939). Убедительно показана подвижническая жизнь, всецело отданная науке, основоположника глиноведения и грунтоведения — проф. П. А. Земятченского (1856—1942).

Остальные очерки (А. П. Карпинский, А. П. Павлов, А. Д. Архангельский, И. М. Губкин, В. А. Обручев) написаны менее живо, но и они читаются с интересом и дают ясное представле-

ние о жизни и творчестве наших замечательных геологов. Следует выделить главу об И. Д. Черском, производящую большое впечатление трагизмом судьбы знаменитого исследователя Сибири.

Вся книга в целом вызывает глубокую симпатию к описанным в ней деятелям науки и несомненно должна быть рекомендована самым широким читательским кругам. Приходится лишь пожалеть, что напечатана она на бумаге, мало отличающейся от газетной, и что иллюстрирующие ее фотографии и рисунки выглядят крайне бледно и нечетко.

Будем надеяться, что вскоре потребуются второе издание этой полезной и интересной книги и что новое издание будет существенно отличаться от первого по своему внешнему оформлению.

Проф. И. И. Шафрановский

Ленинград

КОРОТКО О НОВЫХ КНИГАХ

И. С. Астапович

**МЕТЕОРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ
В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ**

Физматгиз, 1958, 640 стр.,
ц. 23 р. 50 к.

В книге подробно изложена история и методы изучения метеоров, результаты исследования обычных, телескопических и ярких метеоров. Рассмотрены процессы, возникающие при движении метеорных тел в атмосфере, а также при проникновении их в почву, в том числе образование метеорных лунок и кратеров и гиперсейсм. Рассказано об астрономических данных при полете метеоров, физических и геофизических явлениях, сопровождающих полет метеоров, изложены основы физической теории метеоров. Книгу с интересом прочитают любители природы, интересующиеся метеоритикой.

Г. Бете и Ф. Моррисон

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ЯДРА

Перевод с английского

Изд-во иностранной литературы,
1958, 356 стр., ц. 14 р. 30 к.

В простой, доступной форме, но на высоком научном уровне авторы излагают основные положения современной теории ядра. Даны описания основных свойств и характеристики атомных ядер и элементарных частиц. Особое внимание уделяется явлениям рассеяния нуклонов нуклонами, в частности процессам, протекающим при больших энергиях. В книге рассматриваются различные модели сложных ядер. Помещена краткая таблица данных о ядрах. Приложен большой список зарубежной литературы по рассматриваемым вопросам.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Ежегодник. Переменная часть,
1959 год.

Физматгиз, 1958, 371 стр.,
ц. 7 р. 50 к.

Любители астрономии с интересом прочитают астрономический календарь, содержание которого с каждым годом дополняется новыми разделами. На 1959 г. в него включены, как обычно, эфемериды (и объяснения к ним) Солнца, Луны и планет, обстоятельства солнечных и лунных затмений, покрытия звезд и планет Луной, физические координаты Солнца, Луны, Марса и Юпитера, данные о кометах и малых планетах, о переменных звездах и наблюдении Полярной звезды. В календаре опубликован ряд статей об успехах астрономии за 1956—

1957 гг. Уделено внимание изучению вопроса о метеорной опасности в астронавтике в связи с данными, получаемыми с искусственных спутников Земли, по серебристым облакам и природе галактик. Нескольким статьям посвящено международным связям советских астрономов, материалам из истории науки и юбилейным датам астрономии в 1959 г.

М. В. Остроградский

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

Изд-во Академии наук СССР, 1958, 583 стр., ц. 26 р. 85 к.

Вышедшая в серии «Классики науки», книга содержит впервые публикуемые на русском языке труды замечательного русского ученого по математическому анализу, математической физике, механике. В книге читатель найдет также очерк о жизни, научном творчестве и педагогической деятельности М. В. Остроградского и комментарии ряда советских математиков к опубликованным в сборнике работам. В конце помещена библиография работ ученого и литература о нем.

Норберт Винер

КИБЕРНЕТИКА, ИЛИ
УПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗЬ
В ЖИВОТНОМ И МАШИНЕ

Перевод с английского
Изд-во «Советское радио», 1958,
215 стр., ц. 8 р. 50 к.

В книге рассказывается о работах автора и его сотрудников, приведших к созданию кибернетики как науки. Рассматривая истоки кибернетики, автор упоминает главным образом труды американских ученых. Исключение Н. Винер делает для выдающегося советского математика акад. А. Н. Колмогорова, работы которого были им использованы. В книге упоминаются также имена таких наших ученых, как Н. М. Крылов, Н. Н. Боголюбов. Кроме глав, посвященных основам кибернетики, автор рассматривает такие вопросы: вычислительные машины и первая система, кибернетика и психопатология, информация, язык и общество. В качестве приложения дана статья Н. Винера «Машины умнее его изобретателя», опубликованная в 1953 г., в которой содержится дополнительный материал о кибернетике.

О. А. Реутов

ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ЕГО
ПРИМЕНЕНИЕ

Гостехтеоретиздат, 1958, 96 стр.,
ц. 1 р. 45 к.

В книге показаны основные этапы развития органического синтеза, от Берделлиуса до наших дней, отмечено то значение, какое имела для всего дальнейшего развития химии теория химического строения Бутлерова. Автор останавливается на сырьевых источниках, которыми располагает наша страна (нефть, природные газы и др.), и их использовании в органическом синтезе. В доступной форме рассказано о свойствах и применении в различных отраслях народного хозяйства основных синтетических продуктов: смол (полиэфирных и полиамидных), непредельных углеводородов, фторпластов и многих др. Отдельные главы ее посвящены синтезу красителей, лекарственных и душистых веществ, а также искусственному получению пищевых продуктов и др.

Академик А. Е. Ферсман

ВОСПОМИНАНИЯ О КАМНЕ

Научно-популярная серия
Изд-во Академии наук СССР,
1958, 167 стр., ц. 2 р.

А. Е. Ферсман завоевал всеобщее признание не только как ученый, но и как блестящий популяризатор науки. «Воспоминания о камне» — не научный труд и не научно-популярная книга в обычном смысле этого слова, — пишет в предисловии акад. Д. И. Щербаков, — это, если можно так выразиться, научная лирика, одинаково замечательная и в смысле глубины истинно поэтического чувства, и в смысле изящества формы». Читая колоритные очерки А. Е. Ферсмана, убеждаешься, что его книга — не роман и не легкое чтение «между делом». Это — «история целой жизни, история своеобразной любви к природе, искания разгадок природных тайн в течение почти пятидесяти лет». Замечательно, что воспоминания большого ученого перекликаются не только с настоящим, но и завтрашним днем науки. В новом издании книги

к девятнадцати ранее опубликованным очеркам добавлены еще два: «Синий камень Памира» и «Алмаз Шах».

Г. Лис

БИОХИМИЯ АВТОТРОФНЫХ
БАКТЕРИЙ

Перевод с английского
Изд-во иностранной литературы,
1958, 126 стр., ц. 6 р. 20 к.

Автотрофные микроорганизмы, способные строить свое тело из углекислоты, используя энергию света или химическую энергию, выделяющуюся при окислении некоторых минеральных соединений, все больше привлекают к себе внимание исследователей. Книга «Биология автотрофных бактерий» принадлежит перу Говарда Лиса — преподавателя университета в Абердине, крупного специалиста в данной области. В ней рассмотрены общие особенности обмена автотрофов, характерные черты биохимии отдельных их групп, роль автотрофных бактерий в природе и некоторые вопросы их эволюции. Кратко излагаются все основные данные по биохимии нитрификаторов, серобактерий и водородных бактерий.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

Физико-географическая характеристика

Изд-во Академии наук СССР,
1958, 648 стр., с илл., ц. 42 р. 55 к.

Этот сводный и в значительной мере оригинальный труд обобщает результаты исследований природы республик Средней Азии и Казахстана, получивших особенно широкий размах за последние 30 лет. В первой части дается общая характеристика Средней Азии и ее отдельных частей: природы, населения, хозяйства и истории изучения; вторая (основная) часть посвящена географическим закономерностям, истории формирования и развития ландшафтов территории, сравнительной характеристике страны по элементам географической среды; в третьей части содержится характеристика отдельных физико-географических областей; приводятся конкретные данные, позволяющие уяснить специфику той или иной крупной части Средней

Азии. Книга хорошо оформлена, в тексте много фотографий, карт, и схем. Приложены две цветные карты.

Д. В. Вайнберг
и Г. С. Писаренко

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ
И ИХ РОЛЬ В ТЕХНИКЕ

Физматгиз, 1958, 232 стр.,
ц. 3 р. 45 к.

Книга посвящена физическому существу наиболее интересных и важных явлений из области механических колебаний, встречающихся в природе и в различных отраслях техники. Авторы стремятся всесторонне осветить роль и значение этих колебаний для народного хозяйства. После введения в двух главах рассматриваются свободные колебания маятника и его роль в истории развития техники, затем излагается вопрос о свободных колебаниях упругих тел, о вынужденных колебаниях и явлении резонанса, о специальных видах колебаний и вредных действиях механических колебаний. Отдельная глава посвящена использованию колебаний в технике. В заключение даны описания приборов для измерения механических колебаний. К книге приложен обширный список литературы.

А. П. Гальцов

НАУКА О ПОГОДЕ И НАРОДНЫЕ
ПРИМЕТЫ

Изд-во «Знание», 1958, 40 стр.

Способность «предугадывать» будущую погоду возникла из огромного запаса народных примет и развивалась долготелней практикой. Как пишет автор, «редкие неожиданные перемены погоды всегда привлекали внимание людей, что нашло отражение в ряде поговорок у многих народов». Большинство народных примет, которые прочно вошли в быт, можно обосновать научно — при наличии точных знаний законов природы, связей между причиной и следствием природных явлений. Брошюра кратко знакомит с основными причинами изменений пого-

ды и дает научное истолкование некоторым наиболее достоверным народным приметам.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ
РОСТА В ПЛОДОВОДСТВЕ

Перевод с английского

Изд-во иностранной литературы,
1958, 268 стр., ц. 11 р. 80 к.

В сборник включены переводы статей из иностранной периодической литературы по теории и практике применения регуляторов роста для прорезывания цветков и завязей различных плодовых культур, ускорения созревания плодов, усиления их окраски, уменьшения предуборочного опадения плодов, повышения морозостойкости. Основная часть помещенных в сборнике работ — это результаты экспериментальных исследований американских плодоводов и физиологов по применению регуляторов роста в садах США.

З. И. Журбицкий

ПОТРЕБНОСТЬ РАСТЕНИЙ
В ПИТАНИИ КАК ОСНОВА
ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Научно-популярная серия

Изд-во Академии наук СССР,
1958, 62 стр., ц. 80 к.

Применение удобрений — один из наиболее важных методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. До сих пор оптимальные дозы удобрений часто устанавливаются эмпирически, опытным путем. Автор в популярной форме рассказывает о закономерностях потребности растений в минеральном питании, о том, как использовать эти закономерности для применения удобрений, установления правильных доз. Рассказано также, как можно управлять ростом и развитием растений при помощи удобрений. Кроме того, на конкретных примерах показано, как следует оценивать агрохимические анализы почв при установлении потребности растений в удобрениях.

Книга содержит обильный фактический материал и обобщает результаты опытов с овощными и другими культурами.

Ротшильд

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Перевод с английского

Изд-во иностр. литературы, 1958,
230 стр., ц. 10 р. 15 к.

Эта небольшая по объему книга содержит новейшие данные по морфологии и физиологии оплодотворения. Рассматриваются вопросы структуры яйца и его оболочки, обмена веществ в яйце и его дыхания, структурных изменений, вызванных оплодотворением, а также активности ферментов. Отдельно освещаются вопросы полиспермии и оплодотворения смесью спермы. Книга Ротшильда, несомненно, может служить хорошим пособием при разработке различных проблем, связанных с оплодотворением, которому уделяется такое большое внимание в животноводстве (искусственное осеменение и повышение продуктивности животных), в рыборазведении и др.

В. В. Тимофеев

НАШИ ХИЩНЫЕ ПТИЦЫ

Иркутское книжное изд-во, 1958,
93 стр., ц. 1 р. 30 к.

Цель этой маленькой, но очень полезной книги, — ознакомить широкие массы охотников и любителей природы с хищными птицами и их значением в народном хозяйстве нашей страны. Автор показывает, как глубоко ошибочно мнение, что все хищные птицы одинаково вредны и что зачастую, наряду с действительно вредными птицами, истребляются птицы, безусловно полезные для человека.

В книжке описываются дневные и ночные хищные птицы. Отдельная глава посвящена хищным птицам тайги, зоны развитого сельского хозяйства, а также окрестностей водоемов и болот. В ней наглядно показаны организация и способы борьбы с вредными хищными птицами, охрана и привлечение полезных. Книга сопровождается списком литературы и таблицей с изображением силуэтов птиц, а также их голов и лап.



Май. Марфинские пруды, Московская область.

Цветное фото В. Киселовского.

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

ВЕСНА НА ВОДОЕМАХ

Весеннее развитие природы ранее всего наблюдается на открытых склонах южной экспозиции, на легких, особенно темноцветных, быстро прогреваемых почвах.

Позднее всего весна наступает на сырых, заболоченных участках и водоемах. Для нагревания водоемов затрачивается много тепла. Поэтому начало сезонного развития растительности и животного мира, обитающих в озерах, болотах, прудах, происходит с запазданием.

Чем крупнее водоем, тем позднее начинается в нем весенний сезон. Например, на Черном море весенний сезон, определяемый по повышению температуры воды и началу развития весенних планктических форм, начинается в апреле — на целый месяц позднее, чем на суше. Значительно (до 15—20 дней) запаздывает весна и на больших озерах умеренного пояса. На небольших озерах, болотах, прудах это запаздание уменьшается до 7—10 дней.

В центральной полосе Европейской части СССР в первой трети апреля (в многолетнем среднем) зацветает мать-мачеха, затем ольха и орешник. Прилетает уже немало птиц, появляются первые весенние бабочки — крапивница и крушинница (зимовавшие во взрослом состоянии), роятся комары-толкунки. Водоемы же в это время имеют еще совсем безжизненный вид. Край их окаймлены бурой прошлогодней растительностью, печально шуршащей под ветром. Почти незаметна здесь и жизнь животного мира. Лишь по поверхности вод в поисках корма начинают быстро скользить, как хо-

рошие конькобежцы, хищные клопы-водомерки, зимовавшие вблизи водоема в остатках прошлогодней растительности, в сухих листьях.

Несколько позднее оживают травяные лягушки, издающие глухие урчащие звуки, начинают плавать тритоны. Появляются жуки-вертячки, водолюбы. Начинают двигаться личинки ручейников, стрекоз, лютков. На реках вскоре после ледохода приступают к нересту щуки, затем и плотва.

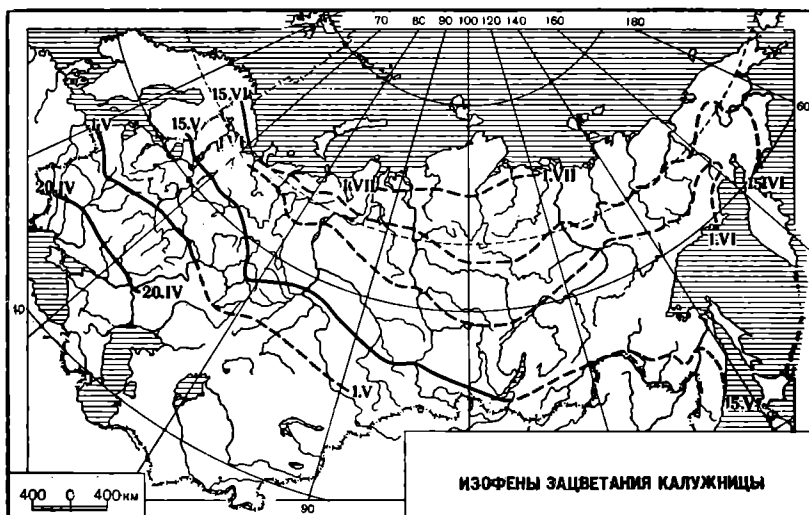
Постепенно начинает оживать и растительность водоемов, и не столько в прибрежной зоне, сколько сначала под водой, на дне. На мелких участках во второй половине апреля появляются листья, а затем и бутоны у калужницы. В глубоких местах показываются розетки листьев кувшинок. Со дна всплывают зимующие почки водокраса и телореза, из которых начинают развиваться

новые свободноплавающие растения. По берегам водоемов появляется зелень осок.

В первой трети мая и прибрежные зоны водоемов становятся более красочными. Выходят на поверхность воды листья и стебли калужницы. Крупные бутоны ее распускаются, и вскоре ярко-желтая, золотистая кайма цветущих растений опоясывает берега. Начинает появляться зелень и на более глубоких участках водоемов: поднимаются над водой молодые побеги тростника и рогоза, показываются над водой и серовато-лиловые побеги хвощей.

В мелких местах большими студенистыми комьями плавает икра травяных лягушек. Появляется и более светлая икра (с желтоватыми яйцами) зеленых водяных лягушек; вскоре начинаются их многоголосые «концерты».

Зацветанием калужницы начинается «настоящая» весна на



водоемах. В пределах Украины это происходит со второй половины апреля (см. карту) и постепенно распространяется к северу. На азиатской территории СССР на тех же широтах зацветание калужницы запаздывает на целый месяц. К началу июня это запаздывание становится меньше. В пределах Европейской части начало весны продвигается к северу медленнее: сказывается близость арктических морей, и Сибирь постепенно «догоняет» ее.

В половине мая прибрежные зоны водоемов становятся совершенно зелеными. Начинается зацветание более глубоководного растения — вахты-трефоли; розовато-белый ее аспект сменяет желтый аспект калужницы. Несколько ранее этого времени наблюдается вылет комаров первой (весенней) генерации.

В последней трети мая из водоемов начинается вылет стрекоз. В отдельные годы (1892, 1906, 1914, 1921, 1924, 1925, 1929, 1934, 1946) наблюдался исключительно интенсивный перелет этих насекомых. 5 июня 1892 г. большие «стучи» стрекоз пролетали через Москву. То же, но, по-видимому, в меньшей степени наблюдалось нами в Москве 22 мая 1929 г.

Несколькими днями позже стрекозы вылетают из водоемов лютки — красивые стрекозы с цветными крыльями (голубыми, зелеными). В это же время на поверхности водоемов появляются первые листья кувшинок (под водой есть уже и бутоны цветов), что довольно близко совпадает с прекращением заморозков в воздухе.

В конце весны на водоемах происходит вылет ручейников.

Н. Н. Галагов
Доктор географических наук
Институт географии
Академии наук СССР (Москва)

В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

В конце апреля — начале мая, когда пойменные леса р. Урала залиты талой водой, в степи в защитных лесонасаждениях начинается пробуждение древесных и кустарниковых пород. В отдельных рядах посадок вяза мелколистного еще сохраняется снег, а у клена ясенелистного, березы

бородавчатой, бузины и других пород уже набухают и лопаются почки. Одними из первых покрываются зеленой дымкой участки смородины золотистой. Еще до распускания листьев в начале мая на голых ветвях образуются цветы у вяза мелколистного.

В сухой степи Западного Казахстана со среднегодовой суммой осадков 270 мм только в это время года при сочетании весеннего тепла с достаточным количеством влаги зимних осадков наблюдается такое быстрое развитие деревьев и кустарников. Отдельные фенологические фазы у древесных и кустарниковых пород резко сокращаются.

Первый прирост побегов дуба начинается одновременно у всех дубков и длится всего пять — восемь дней. В отдельные дни побеги увеличиваются в длину на 4—5 см.

В первые теплые дни, когда температура воздуха днем поднимается выше 20°, лесополоса наполняется гомомом насекомых, собирающих ектар и пыльцу с обильно цветущих кустов ирги, вишни степной, смородины черной и золотистой, бузины, с деревьев клена ясенелистного, березы, клена татарского и др. пород. Но достаточно подуть северным ветрам и температура воздуха упадет ниже 10°, как жизнь в лесополосе замедляется.

Особенно заметно влияние температуры на развитие различных частей кроны древесных и кустарниковых пород. В средней полосе Европейской части Союза наступление отдельных фенофаз обычно начинается с верхушки и постепенно переходит вниз. В условиях же открытой степи отмечается сперва развитие нижних частей кроны деревьев и кустарников.

В первые теплые дни многие насекомые летают у самой поверхности почвы, и чем выше становится температура почвы, тем больше возрастает потолок их полетов. В начале мая температура приземного слоя воздуха на 5—7° выше, чем на высоте 1,5—2,0 м.

Иногда особенности температурного режима мая оказывают влияние даже на биологию насекомых. Так, жуки мохнатой бронзовки-олёнки, вредители цветков многих пород, на Уральском стационаре Института леса АН СССР (Приуральский район, Западно-

Казахстанской области) обычно наносят большой ущерб урожаю смородины золотистой и в то же время совершенно не повреждают цветков смородины черной. Олёнка теплолюбивый вид, она начинает летать только после установления теплой погоды. В позднюю весну 1958 г., вследствие долго державшихся невысоких температур воздуха, массовый лёт ее был отмечен уже в период увядания цветков смородины золотистой. В это время продолжалось начавшееся несколько позднее цветение смородины черной, на цветках которой и были найдены в значительном количестве жуки-олёнки. Таким образом, поздний приход тепла весной 1958 г. вынудил жуков мохнатой бронзовки сменить кормовую породу.

Май — месяц цветения большинства пород в защитных лесополосах Западного Казахстана. Только у липы, лоха да скумпии цветение наступает позже (в июне — начале июля).

Е. С. Петренко
Уральский стационар
Института леса Академии наук СССР

«ЧЕРЕМУХОВЫЕ ХОЛОДА»

Почти ежегодно в северо-западных областях Советского Союза в мае, чаще всего около середины или в конце месяца, наблюдается прохождение волны довольно сильного похолодания, нередко сопровождающегося даже снегопадами. В это же время, как известно, зацветает черемуха (для Ленинграда средняя дата за 92 года наблюдений — 23 мая). Совпадение во времени таких двух диаметрально противоположных по своему характеру явлений давно уже подмечено народом. Эта волна майского похолодания уже более ста лет носит своеобразное название «черемуховых холодов».

Волна похолодания часто бывает такой мощной и глубокой, что проникает даже на Украину, а иногда доходит до Северного Кавказа, Среднего Поволжья, Крыма и Молдавии (например, в 1952 г.), где в этот период сезона черемуха уже давно отцвела (недели две назад) и начинает цвести дуб.

Очень резко выраженные «черемуховые холода» наблюдались.

в 1958 г. на большей части Западной Сибири и Средней Азии. В Кемеровской области в конце мая, после периода довольно теплой погоды, температура воздуха быстро стала падать и с 28°,3 (23 мая) спустилась до 8°,3 (26 мая). 28 мая пошел снег, среднесуточная температура упала до 3°,3, при —0°,7 в минимуме. Наименьшая температура отмечена была 29 мая (минимальная воздуха —3°,0, на поверхности почвы —4°,0). Выпавший снег 30 мая покрыл землю слоем в 4 см. В это время в природе была уже настоящая весна: в массе цвели медуницы, желтые фиалки, адонис, сибирские купальницы-огоньки. Черемуха начала зацветать 24 мая. Березы, тополи и осины находились в облиственном состоянии.

В этот же период похолодание и снегопады наблюдались в Средней Азии. 28—29 мая в Алма-Ате от обильно выпавшего снега в отдельных садах отмокались даже полумы ветвей яблонь, стоявших в цвету.

Ленинградцы объясняют майское похолодание прохождением по Неве льдов с Ладожского озера. Но в отдельные годы между ними бывает и значительное расхождение, например, в 1954 г., когда «черемуховые холода» наступили 15—20 апреля, а волна похолодания со снегом 6—8 мая, в то время как черемуха зацвела только 23 мая.

Действительные причины майских похолоданий связаны с происходящим в Арктике мощным явлением — началом разрыва ледяных полей и продвижением их к берегам Скандинавского полуострова. Под влиянием развития в это время северных и главным образом северо-западных ветров потоки холодного арктического воздуха вторгаются в северо-западные области СССР и распространяются нередко глубоко на юг, до Крыма и Молдавии.

С. И. Хомченко

Ленинск-Кузнецкий, Кемеровской области

МАЙ В БУРЯТИИ

Май в Забайкалье — разгар весны. Голубее и шире становятся горные дали, теплеет, но на вершинах хребтов еще поблескивают пятна снега. Преобладает малооблачная, сухая погода, прохладная в первой половине месяца и

теплая во второй. Бывают и возвраты холодов.

Средняя температура воздуха в южных и центральных районах республики изменяется в пределах от 7 до 9°. На берегах Байкала и на Витимском плоскогорье весна несколько запаздывает. В начале мая становятся ярко-зелеными нагорные сосновые леса, набухают почки на березах, яблонях, черемухе и др.; в долинах рек цветут ивы. Вокруг золотистых соцветий ив толпятся различные насекомые. Кусты иглистой смородины в это время покрываются ярко-зеленым кружевом молодых листочков, открывая период «одетой весны».

По лугам, разнотравным степям, сухим и щебнистым склонам, в светлых сосняках, по песчаным местам в первой половине мая буйно цветут голубовато-синие прострелы — первоцветы весны. В начале мая зацветает прострел желтеющий, бурачок, драба, голубой лук, бесстебельная лапчатка, различные виды осок. Несколько позднее в нагорных сосновых лесах, по склонам долин появляются фиолетово-розовые цветы даурского рододендрона, открывая второй период весны в Бурятии — теплый, яркий и красочный. В районе Улан-Удэ в среднем рододендрон зацветает 14 мая.

Зеленеет лес; появляется хвоя на лиственнице, молодые листочки на черемухе, яблоне, березе, иве, тополе, акации и на других деревьях и кустарниках. Движение весны идет с юго-запада на северо-восток, из долин в горы.

В конце второй и начале третьей декады мая в долинах рек, по островам цветет черемуха, а в степных районах, по теплым каменистым склонам гор — дикий миндаль и сибирский абрикос.

В последних числах мая в южных и центральных районах начинается цветение сибирских яблонь. Цветут золотые одуванчики и мак, фиалки, фиолетово-голубые, синие и желтые ирисы. По сухим горным степным склонам появляются голубые пятна пустынного незабудочника и белые — волосистого проломника. На сыроватых лугах цветут розовые целые полянки примул, деревянистый астрагал, акация кустовая. Всего в Бурятии в мае цветет 160—180 видов растений.

Появляются различные насекомые: мухи, жуки, бабочки, отрождаются кобылки.

С половины мая начинают появляться всходы ранних зерновых культур (яровой пшеницы и ржи), к концу месяца везде видна яркая зелень молодых хлебов.

В первой половине мая еще токует тетерева и глухари, появляются сибирские горихвостки; начинается прилет и пролет дроздов. Летят на север гуси, лебеди, утки, кулики, много водоплавающей птицы скапливается в дельте р. Селенги на байкальских просторах, затем летят дальше на север. Местные утки уже начинают гнездиться, садятся на яйца.

В последней декаде мая строят гнезда забайкальские голубые сойки.

Около середины месяца начинают появляться стрижки (белопоясные), а к концу мая уже целыми днями слышны их голоса. Последними из весенних птиц прилетают кукушка и козодой.

Почти весь май Байкал еще покрыт льдом. В южной части озера и против устья р. Селенги он вскрывается в первой половине мая, в северной — во второй. На севере Байкала охотятся на нерпу — байкальского тюленя, сначала по льду, а затем с лодок. В конце мая начинают появляться детеныши у косуль, изюбрей, лосей. Мечут икру окуни, сорока, щука, хариусы и др.

В колхозах и совхозах республики в первой половине мая проходит массовый сев зерновых культур, позднее сеют овес, гречиху, просо, а в конце мая — кукурузу.

С конца первой декады начинается посадка картофеля, посев лука, свеклы, моркови, в южных районах в последние дни мая начинают высадку в грунт капустной рассады. Скот выгоняют на пастбища.

И. С. Котов
Улан-Удэ

ЗАПАДНОСИБИРСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ ВЕСНОЙ

Прекрасны и торжественны картины западносибирской лесостепи весной. По утрам воздух наполнен душистой свежестью. Вороненой чернотой с сизоватым отблеском струятся бескрайне дали распаханых полей целины,

а в иных местах раскинулись сплошные моря нежной зелени.

В первой половине мая в степи и остепненных колках преобладают аспекты адониса и сон-травы. Но наряду с ними появляются и другие цветущие растения, изменяется и общий вид степи. Фенологическое развитие растительности вступает в весенний период. С каждым днем распускаются все новые и новые цветки сон-травы, и к 8 мая в отдельных местах мы видим сплошные нежно-лимонные ковры, среди которых изредка встречаются белые особи сон-травы.

Наряду с обильным цветением прострела продолжают распускаться молодые зеленые листочки других степных растений: зонтика клубненосного, морковника и др. Почти одновременно с ним зацветает золотистый адонис, или горичцвет.

По разрежениям травостоя в степи, по окраинам дорог, на склонах, у опушек колков появляются желтоватые пятна цветущей крупки дубравной, а 8 мая можно уже наблюдать легкую дымку из нежной, клейкой листвы березы.

На солонцах, располагающихся в блюдцевидных западинах и по их окраинам, 7 мая отмечается массовое цветение эфемера лютика.

С середины мая лимонно-желтый аспект прострела и адониса блекнет. Фенологическое развитие растительности вступает в третью фазу. Общий фон степи

начинает слегка зеленеть. Во множестве появляются мелкие желтые цветочки лапчатки распростертой. Там и сям появились пятна белых крупных цветов ветреницы. А по степным склонам и балкам уже завязались плоды у эфемеров — бурачка степного и крупки дубравной. На пустырях и огородах издали бросаются в глаза светло-желтые пятна однолетнего сорняка — хориспоры сибирской.

По безразным колкам между опавшими прошлогодними листьями повсюду разместились миниатюрные букетики голубых цветков фиалки каменной; кое-где к ней присоединяется лиловая будра плющевидная. В более влажных колках цветет изящное и интересное растение — медунца; только что раскрывшиеся цветки ее имеют розовую окраску, отцветающие же становятся голубовато-синими.

Низинки и западинки, занятые солонцами, еще богаты влагой и выделяются свежей зеленью. Среди листочков злаков и побегов полыни распускает свои колокольчики рябчик шахматовидный.

С конца мая начинается четвертая поздневесенняя фаза развития, оканчивающаяся в первых числах июня. Степь вновь преобразуется. На изумрудном фоне среди золотисто-желтых пятен степного крестовника, одуванчика и лютика многоцветкового, все ярче проступают синие, голубые и фиолетовые тона. Расцветают

незабудка лесная, вероника простертая, истод. Изредка среди зелени проглядывают яркие голубовато-синие цветы ириса-узника.

Сходная картина наблюдается в остепненных колках. Наряду с крестовником, лесной незабудкой и ирисом, цветут лазорево-голубыми цветами вероника Крылова и крупный колокольчик уральский. Появляется новый оттенок — белые цветки проломника северного, звездчатки злаковидной, изящные кисти купены низкой, матово-белые с розовым оттенком цветки герани азиатской и др. Розово-фиолетовыми гроздьями свисают цветки чины гороховидной.

В более влажных мезофильного типа колках такие растения как крестовник, незабудка, вероника простертая отсутствуют и там решительно преобладают над всеми другими растениями прирусик. К ирису примешиваются довольно обильные синие цветы фиалки горной, колокольчика уральского. Зацветает костяника.

Солонцовые западины в первых числах июня стали пересыхать и изменились до неузнаваемости. Лютик многокоренной совершенно исчезает, его листья и стебли засохли. Взамен поднялись невысокие седые дерновинки тонконога и матовые от воскового налета стебельки пырея ветвистого.

В. Н. Г о л у б е в

Кандидат биологических наук

Центрально-Черноземный государственный заповедник (Курская область, Стрелецкий район)

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, Малый Харитоньевский пер., 4, тел. К 5-60-28, Б 8-06-72

Подписано к печати 21/IV 1959 г.
Т-05230

Формат бумаги 82×108¹/₁₆
Бум. л. 4

Печ. л. 8+3 вклейки.
Тираж 19000 экз.

Уч. изд. 13,77
Зак. 1489

2-я типография Издательства Академии наук СССР, Москва, Шубинский пер., 10

