

ПРИРОДА

3.69

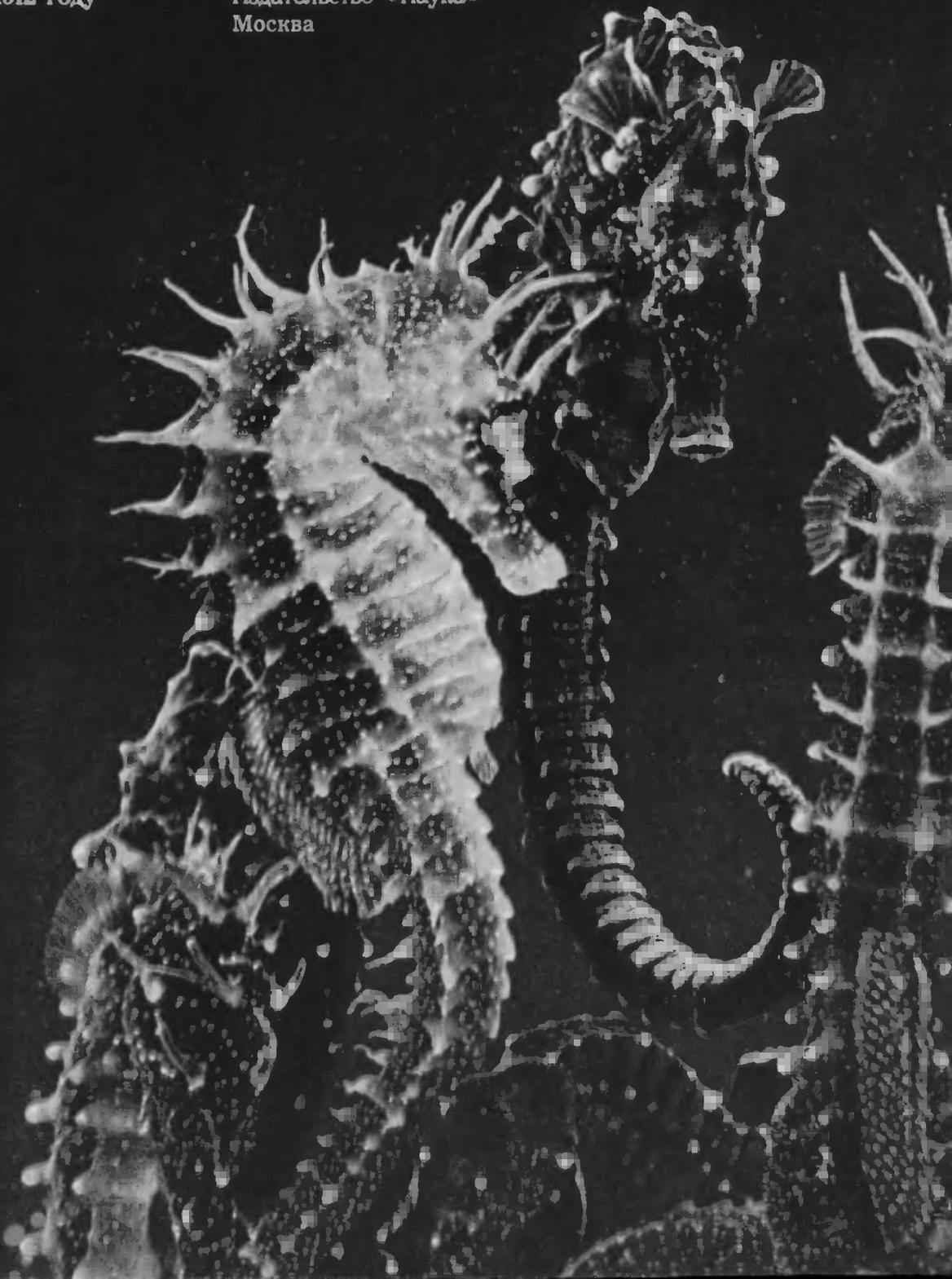


Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

ПРИРОДА

Основан в 1912 году

Издательство «Наука»
Москва



Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Зам. главного редактора
академик
Б. Л. АСТАУРОВ
Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
А. И. БЕРГ

Академик
А. П. ВИНОГРАДОВ
Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Академик
Л. А. ЗЕНКЕВИЧ
Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ
Академик
И. К. КИКОИН
Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИН
Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ
Доктор географических наук
К. К. МАРКОВ
Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Академик
В. В. ПАРИН
Ответственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИН

Зам. главного редактора
доктор геолого-минералогических наук
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ
Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Зам. главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ
Доктор биологических наук
К. К. ФЛЕРОВ
Доктор биологических наук
А. Н. ФОРМОЗОВ

Академик
Г. М. ФРАНК
Зам. главного редактора
доктор физико-математических наук
Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ
Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН
Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ
Кандидат физико-математических наук
Н. В. ШЕБАЛИН
Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

Художественный редактор Д. Д. Петров
Технический редактор Д. И. Скляр
Корректоры Р. Н. Сидорина, И. К. Шатунов-
ская

Адрес редакции: Москва, Ж-127, ул. Осипенко,
52, тел. 231-76-80
Подписано к печати 25/II 1969 г.
Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Печ. л. 8
Уч.-изд. лист 15,7 (учл. печ. л. 13,44). Бум. л. 4
Тираж 41 000 экз. Зак. 1544. Т-01260
2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

3

1969

Природа и происхождение цивилизации. В. М. Массон	2
Поверхность Ферми. М. И. Каганов, А. П. Филатов	15
Человек и живая природа. М. М. Камшилов	28
Душистые вещества. Л. М. Шулов	38
«Обонятельная слепота». Б. П. Мерков	47
Постулаты познания Бертрانا Рассела и кризис позитивизма. Г. А. Курсанов	48
К статье Ганса Кребса «Становление ученого». Н. Н. Семенов	52
Становление ученого. Ганс Кребс	53
Нобелевские лауреаты 1968 г. по физиологии и медицине. А. А. Баев	60
Научные сообщения	
Отпечатки наших пальцев. И. С. Гусева	63
Ветер и облака в час восхода солнца. Н. И. Новожилов	69
Загадка Жаманшина. Л. Г. Кирюхин, Ю. С. Соболев, П. В. Флоренский	70
Как оценить труд ученого? З. М. Мульченко	73
Бета- и гамма-лучи в углеразведке. Е. М. Филиппов	77
«Картинная галерея» каменного века. К. А. Мкртчян, В. Г. Трифонов, П. В. Флоренский	78
Экспедиции	
По следам Миклухо-Маклая. В. О. Гурецкий	80
Очерки	
От Волги до Амударьи. В. С. Балашов	90
Морской конек. М. Беллони	94
История науки	
Лев Александрович Тарасевич. Д. С. Щастный	97
Охрана природы	
Пирит изменяет ландшафты. В. Г. Прохоров	100
Заметки, наблюдения	104
Новости науки	108
Книги	120
Редакционная почта	123
Календарь природы	125
В конце номера	127

На первой странице обложки: голова глиняной фигуры, найденная на реке Ярмук. Сиропалестинский неолит, VII тысячелетие до н. э. См. статью В. М. Массона «Природа и происхождение цивилизации», стр. 2.
На второй странице обложки: морские коньки. См. очерк М. Беллони на странице 94.

Природа и происхождение цивилизации

В. М. Массон
Доктор исторических наук



Вадим Михайлович Массон, заведующий сектором Средней Азии и Кавказа Ленинградского отделения Института археологии АН СССР. Работает над проблемами древней истории Средней Азии и Ближнего Востока. В течение многих лет проводит археологические раскопки в Южном Туркменистане. Основные монографии: Древнеземледельческая культура Маргианы. М.—Л., 1959; Средняя Азия и Древний Восток. М.—Л., 1964; История Афганистана, т.т. I—II, М., 1964—1965 (совместно с В. А. Ромадиным); Страна тысячи городов, М., 1966.

На длительном пути развития человечества особый интерес представляют два узловых момента, как в фокусе сосредоточивших сложный комплекс различного рода факторов, которые определяли и стимулировали прогресс.

Первый момент — это переход от охоты, рыболовства и собирательства к земледелию и скотоводству. Возникновение экономики нового типа, направленной на производство пищи, а не на присвоение готовых продуктов природы, имело столь решающее значение для истории человечества, что многие исследователи склонны именовать этот переход неолитической революцией, или революцией в производстве пищи (Food-Production Revolution) — по аналогии с промышленной революцией XVIII—XIX вв.

Вторым важнейшим моментом в истории человечества было формирование раннеклассового общества как прогрессивной для своего времени общественной формации. Это была эпоха появления городов, расцвета монументальной архитектуры, возникновения письменности, время образования первых цивилизаций в собственном смысле этого слова.

Если мы посмотрим на исторические карты, то увидим, что первые, наиболее ранние земледельческие культуры встречаются в одних природных зонах и отсутствуют в других. Но и в тех природных зонах, где они возникали, эти культуры появлялись в разное время: где-то раньше, а где-

то позже (иногда на 1—2 тыс. лет.) Чем же объясняется столь неравномерное распространение древних памятников? Почему в одних местах очень рано расцветают высокоразвитые цивилизации, а в других еще долгое время господствуют варварство и нищета?

Только вместе

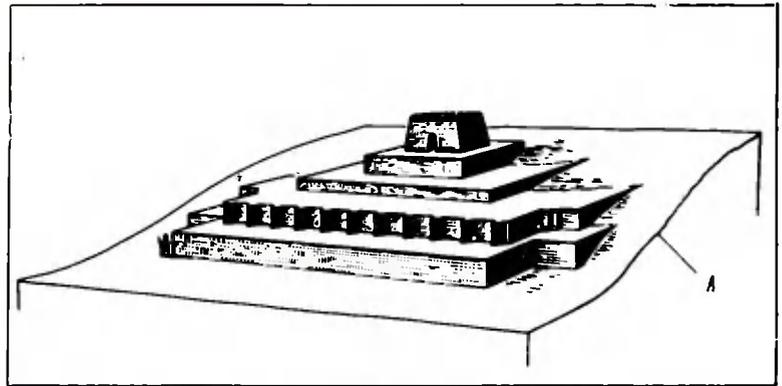
Разрешению этих кардинальных проблем в немалой степени способствовали археологические открытия последних лет и качественно новый характер археологических изысканий. Наибольшего успеха достигали те экспедиции, которые имели четкую проблемно-целевую программу и в которых археологи выступали в тесном содружестве с представителями естественных дисциплин, в первую очередь с географами, ботаниками и зоологами.

Содружество это начиналось на стадии полевых исследований и продолжалось на всех этапах камеральной обработки добытых материалов. Так, например, были экспедиции американского археолога Р. Брейдууда в Ираке, Иране и Турции, которому удалось открыть значительное число памятников эпохи становления земледелия. Все добытые материалы подвергались всестороннему изучению — от определения древесных пород до технологического анализа керамики¹. Столь же разносторонними были и исследования другого амери-

¹ R. Braidwood, B. Howe. Prehistoric Investigations in Iraqi Kurdistan. Chicago, 1960.



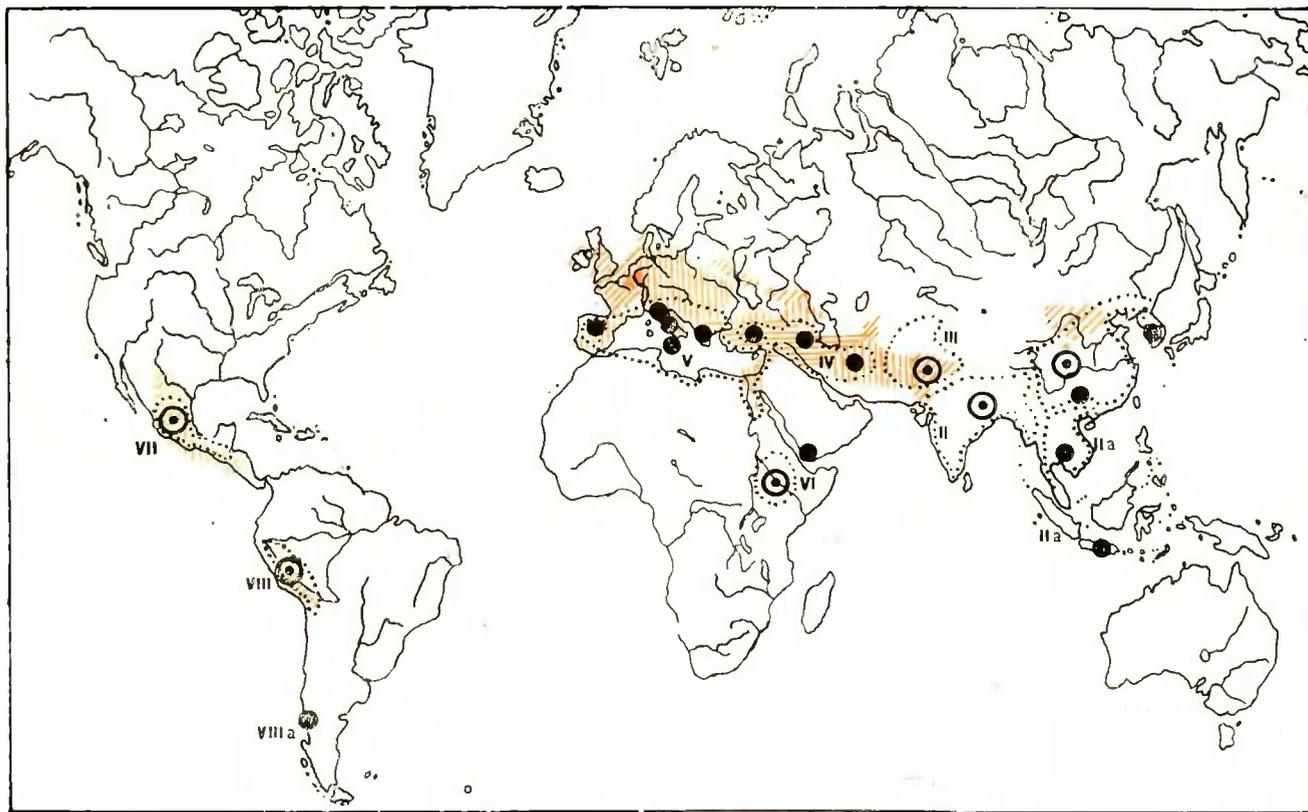
Головка статуэтки с Алгын-депе (Южная Туркмения). II тысячелетие до н. э.



Зиккурат (реконструкция) на Алгын-депе. II тысячелетие до н. э.

Серебряная печать с Алгын-депе (Южная Туркмения). Начало II тысячелетия до н. э.





● Центры формирования главных культурных растений по Н. И. Вавилову;

○ основные очаги происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову;

▬ зона земледелия, возникшая около 6000 г. до н. э.

▬ зона земледелия, возникшая около 4500 г. до н. э.;

▬ зона земледелия, возникшая около 2500 г. до н. э.

канского ученого — Р. Мак Нейша в Мексике, впервые осветившие истоки центральноамериканского очага земледелия¹. Здесь была выбрана группа памятников, находящихся в условиях, которые способствуют сохранению органических остатков. В результате удалось не только получить стратиграфическую колонку археологических материалов для семи тысячелетий, но и определить практически для всех периодов виды растений и животных, которые шли в пищу, а также, по анализу фекалий, установить соотношение в рационе различных продуктов.

На юго-западе Средней Азии советскими исследователями при изучении раннеземледельческих культур проводились специальные палеогеоморфологические работы с применением сплошной аэрофотосъемки обширных территорий. Это привело к открытию оросительных каналов нача-

ла III тысячелетия до н. э. — древнейших памятников такого рода из числа изученных археологами¹. Все эти и многие другие исследования в небольшой степени помогли понять, как возникло земледелие.

Самые старые в Старом свете

Огромна роль Ближнего Востока в мировой истории. Цивилизации Шумера, Египта, Ассирии, Вавилона с полным правом открывают золотую книгу величайших достижений человечества. Но последние открытия показали, что этот приоритет восходит к еще более отдаленному прошлому, когда в глубине пещер и в шалашах закладывался подлинный фундамент цивилизации, ее экономическая осно-

¹ Г. Н. Лисицына, В. М. Мэдсон, В. И. Сарияниди, И. Н. Хлопин. Итоги археологического и палеогеографического изучения Геоксюрского оазиса (1956—1962). «Советская археология», 1965, № 1; Г. Н. Лисицына. Орошаемое земледелие эпохи энеолита на юге Туркмении. М., 1965.

Районы древнейшего земледелия и основные центры происхождения культурных растений (по Н. И. Вавилову); I — китайский; II — индийский; II-A — индо-малайский; III — среднеазиатский; IV — переднеазиатский; V — средиземноморский; VI — абиссинский; VII — южноамериканский и центрально-американский; VIII — южноамериканский (перуано-эквадор-болливийский); VIII-A — чилийский; VIII-B — бразильско-парагвайский.

¹ R. S. MacNeilsh. Ancient Mesoamerican Civilization. «Science», т. 143, 1964, № 3606.

ва. Как показывают новые материалы, именно на территории Ближнего Востока в X—VIII тысячелетии до н. э. безвестные новаторы сделали первые шаги по пути создания экономики нового типа. Горные долины и бескрайние степные просторы были в то время относительно густо заселены многочисленными группами племен; хозяйство охотников, рыболовов и собирателей достигло здесь наибольшего развития. Орудия труда изготовлялись из кремня, и пластинчатая техника периода, который условно можно именовать мезолитом (средний каменный век),— это как бы финальный взлет кремневой индустрии.

Вместе с тем в этом обществе, сохранявшем традиционный для каменного века облик, шли неустанные поиски нового. Появляются каменные тесла и топоры, рабочий край которых был тщательно отшлифован, что существенно повышало их производительность. Еще более значительными оказались успехи в добывании пищи. В Иране, в горах северо-западного Загроса, открыта группа памятников, свидетельствующих о зарождении земледелия и скотоводства уже в ту отдаленную эпоху.

В течение ряда лет американская экспедиция под руководством Р. Солецкого изучала пещеру Шанидар в Иракском Курдистане, в долине р. Большой Заб. В верхних слоях пещеры обнаружен мезолитический комплекс, датированный X—IX тысячелетием до н. э. К этому времени относится и расположенное рядом с пещерой поселение — стоянка Зави-Чем-Шанидар. Видимо, перед нами остатки сезонных стойбищ: открытое — летнее, а в пещере — зимнее. В эту пору основным занятием обитавшей здесь общины была охота на копытных животных: барана, безоарового козла и оленя. Обитатели этих мест продолжали заниматься и собирательством: сухопутные улитки и речные моллюски пополняли пищевой рацион людей каменного века. Вместе с тем зоологи отмечают, что высокий процент молодых особей ов-

цы скорее всего свидетельствует о начальных этапах одомашнивания (одомашнивания) этого животного, морфологически еще неотличимого от диких особей¹.

Многочисленные каменные зернотерки и песты, обнаруженные на этой стоянке, скорее всего служили для обработки семян каких-то растений. На других стоянках загросской группы найдены кремневые вкладыши орудия, предназначавшегося, видимо, для сбора урожая злаков. Возможно, именно к этому периоду следует относить и начальные этапы культивирования растений. Во всяком случае, в нижних слоях поселения Али-Кош, содержащих кремневые орудия поздне-мезолитического облика, наряду с большим числом зерен дикорастущих бобовых, обнаружено некоторое количество зерен окультуренной пшеницы и двурядного ячменя.

Долины и предгорья Загроса были лишь одним из центров Ближнего Востока, в которых земледелие и скотоводство делали свои первые шаги. Другим таким центром была Палестино-Иорданская область, где в X—IX тысячелетии до н. э. были распространены памятники мезолитической натуфийской культуры. Здесь, на берегу оз. Хула, кроме охоты значительное развитие получило и рыболовство. Этот постоянный источник пищи способствовал раннему развитию оседлости у специализированных рыболовецко-охотничьих общин. В предгорьях большую роль, видимо, играл сбор дикорастущих злаков: в некоторых пещерах число вкладышей серпов достигает 8—10% от общего количества кремневых орудий. Вероятно, одновременно начиналась деятельность и по искусственному выращиванию этих растений, но отсутствие палеоботанических материалов не дает пока возможности проверить это заключение.

Скорее всего собирательство и примитивное земледелие лежали в основе культуры докерамического неолита Иерихона VIII—VII тысячелетия до

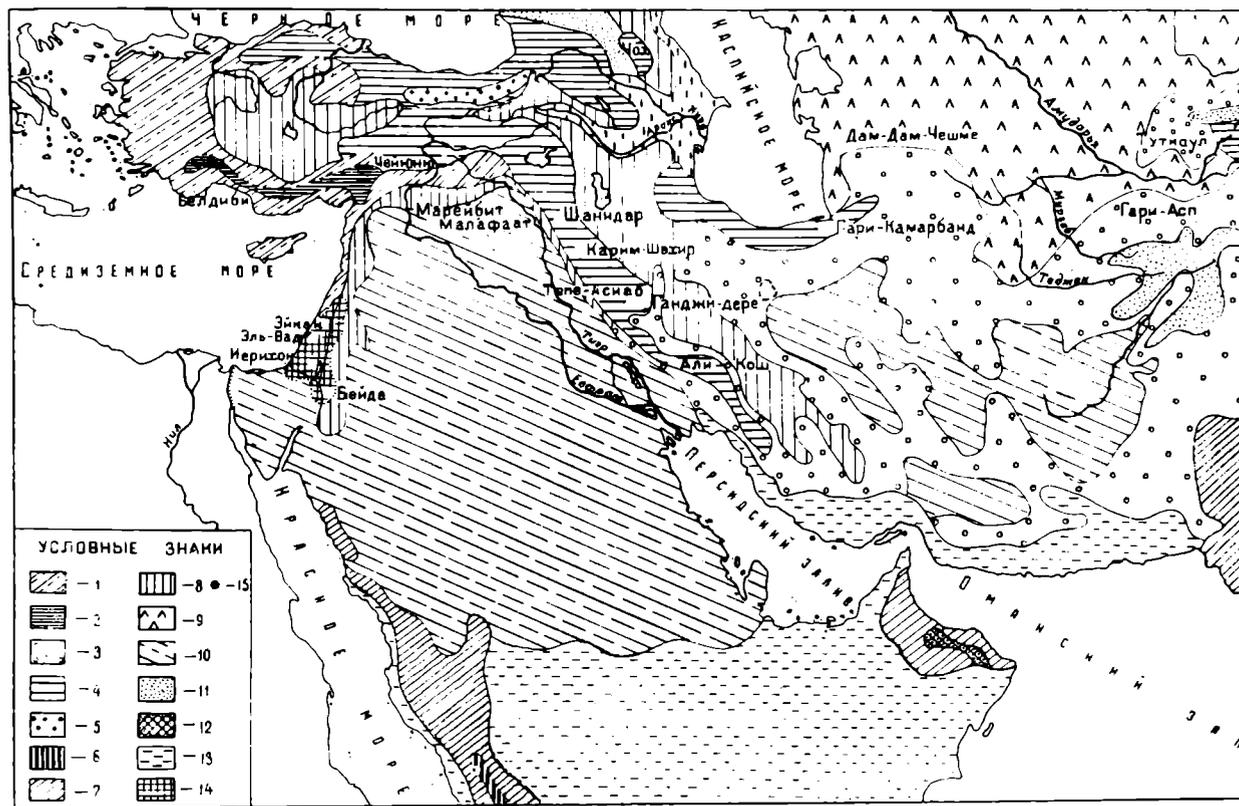
н. э. Для поселений этой культуры характерны глинобитные дома, а сам Иерихон был даже окружен стеной из бутового камня. В это время бесспорно уже была одомашнена коза, а на одном из памятников обнаружены зерна окультуренного ячменя и культурной пшеницы-двузернянки, очень близкой диким формам.

Мезолитические памятники с находками кремневых вкладышей серпов — этого нового вида орудия труда — встречаются в целом ряде других областей Ближнего и Среднего Востока. Судя по всему, зарождение новых видов экономики было не результатом деятельности какой-то замкнутой группы талантливых экспериментаторов, а настоятельным требованием эпохи. Первые систематические опыты по приручению скота и выращиванию растений следует считать началом процесса качественного изменения всей экономики общества. Неолитическая революция, незаметная для жизни отдельных коллективов, все более набирала темпы. В течение трех-четырех тысячелетий произошла полная перестройка экономической базы, что в конечном итоге изменило все общество в целом и во многом определило все последующее развитие человечества. Конечно, с нашей точки зрения отрезок времени в несколько тысяч лет выглядит непомерно большим. Известно, однако, что промышленная революция в некоторых странах продолжалась около ста лет. Учитывая ускорение темпов исторического развития, нетрудно представить, что срок в три-четыре тысячелетия не так уж велик в сравнении с колоссальным периодом почти в два миллиона лет, протекших с того момента, когда в Восточной Африке наш обезьяноподобный предок впервые оббил одну гальку с помощью другой...

Расцвет оседлоземледельческих культур

Наиболее яркие (и наиболее древние) материалы, характеризующие общество, уже перешедшее на новую ступень своего развития, достав-

¹ D. Perkins. Prehistoric Fauna from Shanidar Iraq. «Science», т. 144, 1964, № 3626.



Мезолитические памятники с элементами экономики нового типа (X—VIII тысячелетия до н. э.). 1—субтропические вечнозеленые леса и кустарники; 2—темнохвойные широколиственные горные субтропические леса; 3—сухие редколесья, кустарники; 4—широколиственные (дубовые, буковые) леса; 5—темнохвойные и темнохвойно-широколиственные горные леса; 6—тропические сухие леса, редколесья, кустарники; 7—тропические саванны; 8—горные степи; 9—пустыни умеренного пояса; 10—субтропические пустыни; 11—альпийские и субальпийские луга и кустарники; 12—переменно-влажные тропические леса; 13—тропические пустыни; 14—основные районы распространения Нагуйфийской культуры; 15—мезолитические памятники

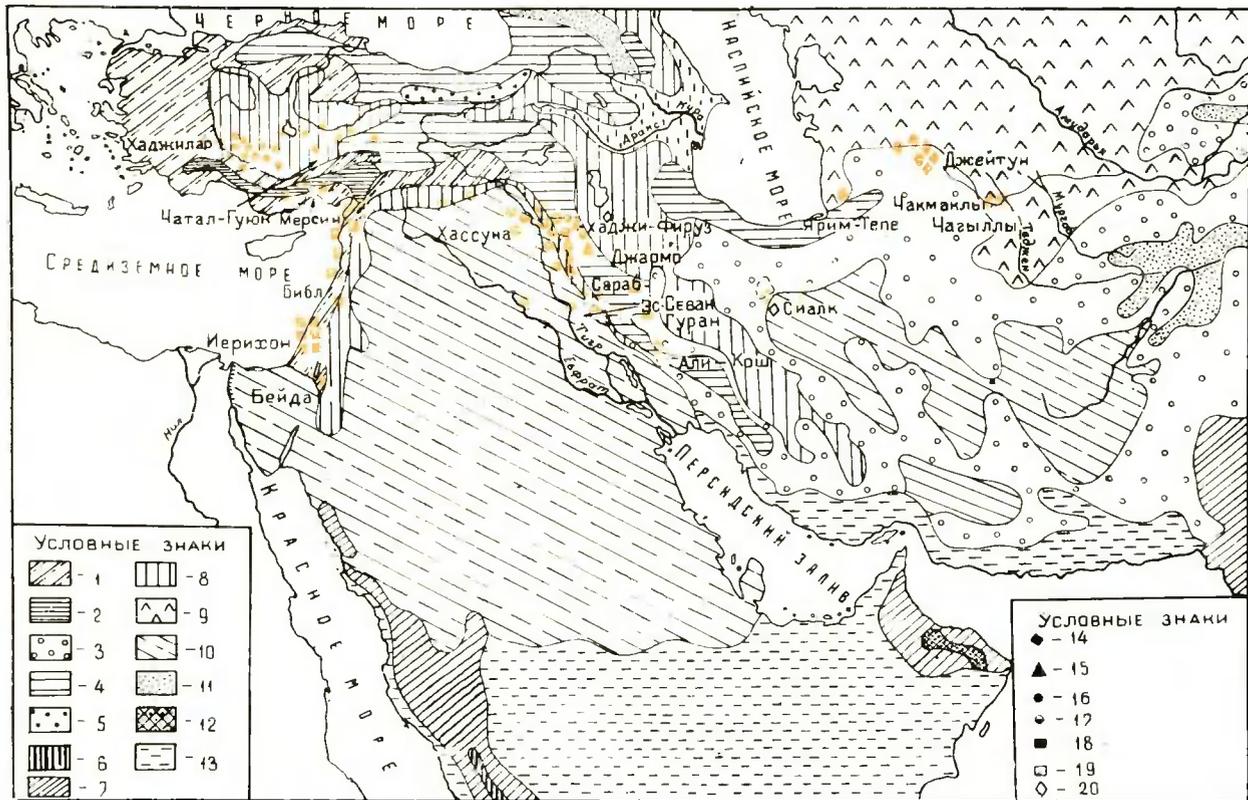
ляет нам все тот же Ближний Восток. Археологам известен здесь целый ряд земледельческо-скотоводческих культур VII—VI тысячелетия до н. э. В межгорных долинах северо-западного Загроса обитала группа племен, лучше всего известная по поселению Джармо. Здесь повсеместно встречаются зерна культурной пшеницы и ячменя, кости коз, овец и свиней, причем костные остатки коз характеризуются морфологическими признаками, типичными именно для домашних пород. Это уже не примитивные стоянки—скопления землянок и шалашей, а большей частью поселки с глинобитными домами.

Новые виды питания способствуют широкому распространению различных сосудов, первоначально каменных, а затем и глиняных. Из глины изготавливаются также фигурки людей и животных, нередко полные экспрессии. Еще больших успехов достигают племена, вышедшие за пределы горной «прародины земледелия». Так, в VI тысячелетии до н. э.

носители хассунской культуры широко осваивают полупустынные равнины Верхней Месопотамии. Их превосходная глиняная посуда с сюжетной росписью на много превосходит бедную керамику горцев.

Значительно богаче, разнообразнее и семенной фонд хассунцев, насчитывающий три вида пшеницы и четыре вида ячменя. Высокий уровень благосостояния общества явственно виден и по материалам могил: почти в каждое погребение помещались каменные статуэтки женщин и каменные сосуды. Деятельность древних архитекторов уже не ограничивается возведением жилых домов и хозяйственных строений. В 1963—1964 гг. на поселении Телль Эс-Саван около Багдада арабскими археологами обнаружены остатки крупного здания, напоминающего более поздние храмы Шумера.

Этот период первого взлета оседло-земледельческих культур особенно ярко представлен в другом локаль-



ном центре — малоазиатском. Здесь на основе комплексной экономики охотников, собирателей и примитивных земледельцев во второй половине VII — первой половине VI тысячелетия до н. э. складывается земледельческо-скотоводческая культура Чатал-Гуока. Сам Чатал-Гуок представляет собой крупное поселение площадью около 12 га, густо застроенное глинобитными домами. Это была своеобразная столица земледельцев Южной Турции. В эту пору здесь культивировалось 14 видов растений, среди которых главную роль играли пшеницы однозернянка, двузернянка и мягкая, шестирядный голозерный ячмень и горох.

Благосостояние этого древнего общества порой просто поражает. На каждые 3—4 жилых дома приходилось одно, правда небольшое святилище, стены которого щедро украшены фресками и глиняными рельефами. В «картинной галерее» Чатал-Гуока встречаются стили двух эпох. Динамическая экспрессия охотничьих сцен сочетается с ритмичной магиче-

ских символов, перерастающих порой в своеобразный неолитический абстракционизм. Великолепна мелкая натуралистическая скульптура Чатал-Гуока с ее уверенной пышностью обнаженных матрон. Для многих погребений характерен богатый инвентарь. Тут и деревянная посуда, и оружие, и предметы туалета, в том числе — овалы зеркала из черного обсидиана.

Это были уже не мезолитические первопроходцы, мерзнувшие у костров в своих полуподземных жилищах и имевшие возможность поместить в могилы своих усопших соплеменников в лучшем случае несколько бус и подвесок. В тусклом сиянии обсидиановых зеркал отразились не только головки чатал-гуокских модниц, но и подлинный расцвет общества, победа неолитической революции.

На территории СССР такое общество новой эпохи лучше всего представлено неолитической джейтунской культурой VI тысячелетия до н. э., распространенной в Южном Туркмени-

Памятники ранних этапов оседлой земледельческо-скотоводческой экономики (VII—VI тысячелетия до н. э.). 1 — субтропические вечнозеленые леса и кустарники; 2 — темнохвойные широколиственные горные субтропические леса; 3 — сухие редколесья, кустарники; 4 — широколиственные (дубовые, буковые) леса; 5 — темнохвойные и темнохвойно-широколиственные горные леса; 6 — тропические сухие леса, редколесья, кустарники; 7 — тропические саванны; 8 — горные степи; 9 — пустыни умеренного пояса; 10 — субтропические пустыни; 11 — альпийские и субальпийские луга и кустарники; 12 — переменно-влажные тропические леса; 13 — тропические пустыни; памятники культуры типа: 14 — Джейтуна; 15 — Джармо; 16 — Чатал-Гуока; 17 — Хассуны; 18 — Иерихона; 19 — Сиро-Киликийского неолита; 20 — прочие памятники

**Вверху**

Участок древней дельты Теджена. Древнее русло хорошо заметно по сочной, густой растительности

Внизу

Жилой дом с очагом (слева) и известковым полом. Джейтун (Южная Туркмения). VI тысячелетие до н. э.

стане. Джейтунские племена возделывали двурядный ячмень, мягкую и карликовую пшеницы; в состав стада входили козы, а на поздних этапах также и крупный рогатый скот. Расписная глиняная посуда, глиняные и каменные фигурки людей так же, как и в других древневосточных центрах, составляют характерную черту материальной культуры Джейтуна. С особой тщательностью на джейтунских поселениях отделялись жилые дома. Для них характерны массивные пристенные очаги типа каминов и известковый пол, окрашенный в красный или черный цвета.

Древнейшие земледельцы Америки

Последние археологические открытия значительно отодвинули в глубь тысячелетий первые шаги цивилизации в Новом Свете. Особенно успешными были уже упоминавшиеся комплексные исследования Р. Мак Нейша на территории Мексики. Первоначально он исследовал группу пещер на северо-востоке страны, дававших приют древним людям на протяжении почти шести тысяч лет. Это были племена, специализировавшиеся на сборе всевозможных видов растений и лишь в незначительной степени занимавшиеся охотой. Возможно, уже к VII—VI тысячелетию до н. э. относятся первые попытки возделывания перца и тыквы; в V—IV тысячелетии до н. э. начинается возделывание бобов и еще нескольких разновидностей перца. И все же продукты земледелия занимали в то время в пище людей лишь 5—8%. В III тысячелетии до н. э. этот процент возрастает до 10—15%; появляется примитивный маис, видимо, еще не культивируемый. Лишь к середине II тысячелетия до н. э. возделываемые растения доставляют около трети продуктов питания.

Этот долгий путь становления земледелия подтверждают и результаты работ Р. Мак Нейша на юге Мексики, в долине Техуакан. Здесь в IV тысячелетии до н. э. возделывались такие важнейшие культурные растения Нового Света, как кукуруза, фасоль и тыква. Видимо, уже во второй по-

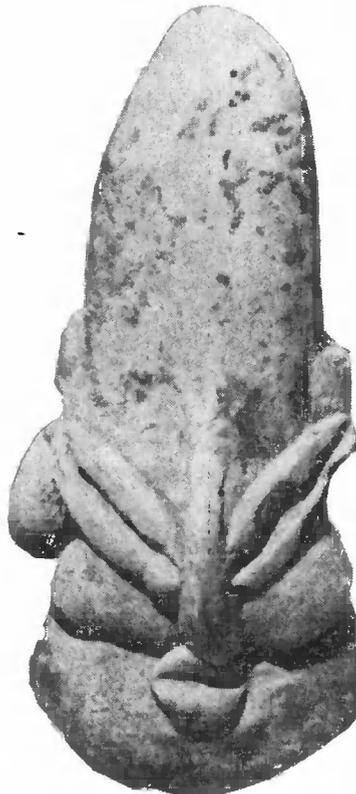
ловине III тысячелетия до н. э. земледелие становится основой экономики; появляется глиняная посуда, а затем и глиняные статуэтки, положившие начало развитию замечательного искусства Центральной Америки. Оседлые поселки, располагавшиеся в долине Техуакана, во II тысячелетии до н. э. насчитывали от 100 до 300 человек и состояли из домов, построенных из плетенок, обмазанных глиной. Своеобразно зарождалась экономика нового типа в другом центре высоко развитых культур доколумбовой Америки — на перуанском побережье. Здесь в IV — первой половине III тысячелетия до н. э. по берегам лагун и в устьях небольших рек обитали племена, занимавшиеся рыбной ловлей и добычей морских млекопитающих — тюленей и дельфинов. Связь с морем во многом определяла и их хозяйство, и их культуру. Вместе с тем большое распространение получило собирательство различных растений, часть из которых шла на технические нужды: из тыквы-горлянки изготовлялась посуда, волокна кактуса и травы хунко шли на плетение сетей. Собирательство способствовало переходу к возделыванию растений. Это был весьма оригинальный — «океанский» путь возникновения земледелия. Однако далеко не все растения шли на удовлетворение технических потребностей общества — многие из них употреблялись в пищу, в частности бобы и батат.

Эта оригинальная культура достигает значительного подъема во второй половине III — середине II тысячелетия до н. э., когда здесь были распространены комплексы типа Уака Приета. Уже открыто около 40 поселков этого времени, теснящихся по побережью, у источников пресной воды. Морская охота и рыболовство по-прежнему играют большую роль, но вместе с тем существенно возрастает набор возделываемых растений. Это тыквы трех видов, три или четыре вида бобовых, красный перец и, что очень важно, хлопчатник. Его появление и большая роль весьма характерны для «технического» уклона перуанского земледелия.

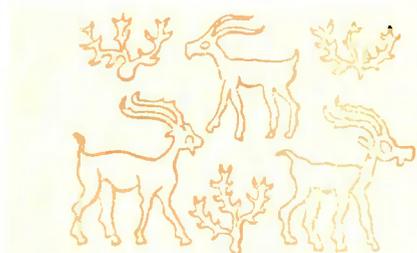
Накапливаемый опыт земледельцев — одна из предпосылок для утвержде-



Женская статуэтка из Чатал-Гююк (Турция). Начало VI тысячелетия до н. э.



Голова глиняной фигуры, найденная на реке Ярмук. Сиро-палестинский неолит, VII тысячелетие до н. э.



Вверху

Козы поедают молодые побеги тamarиска. С печатей древней Месопотамии

Посредине

Человек кормит овец и коз молодыми побегами тamarиска. С печатей древней Месопотамии

Внизу

Человек кормит овец побегами молодого тростника. С печатей древней Месопотамии

ния новых форм экономики. Но для перехода к ней нужно было открыть растение, продуктивность и питательность которого могли бы успешно конкурировать с дарами моря. Судя по всему, ни бобы, ни перец, ни дикорастущие корнеплоды этой конкуренции не выдерживали. Таким растением оказался маис (кукуруза), возделывание которого распространилось в Перу где-то между 1400 и 1200 гг. до н. э. Накопленный опыт земледельческих работ способствовал быстрому внедрению этого растения в засушливой зоне перуанского побережья. Вероятно, в то время уже проводились первые опыты по искусственному орошению посевов путем использования паводковых вод небольших рек.

Словом, налицо все признаки победившей неолитической революции: широкое развитие земледелия, высокая плотность населения, здания из сырцового кирпича и камня, культовые постройки, расцвет искусства малых форм в виде керамики и мелкой скульптуры. Заканчивается определенный цикл исторического развития и начинается новая эпоха.

Предвидение академика Н. И. Вавилова

Исследования и открытия последних десятилетий не только отодвинули в глубь веков важнейшие культурные достижения человечества, но и позволили иначе осветить сложный комплекс явлений и предпосылок, обусловивших переход к новым формам экономики. Оказалось также, что результаты новейших археологических изысканий во многом подтверждают мысли замечательного советского ученого Н. И. Вавилова, высказанные им еще в середине 20-х годов. Это касается прежде всего областей возникновения земледельческой культуры.

В работе, впервые опубликованной в 1926 г., Н. И. Вавилов специально выделил главу, названную им «Горные районы как очаги земледелия». Опираясь на колоссальный геоботаниче-

ский материал, он с поразительной интуицией писал: «Вдумываясь в процесс развития земледельческой культуры, мы неизбежно должны признать, что периоду великих культур... предшествовал, естественно, период обособленной жизни племен и небольших групп населения в замкнутых районах и для этой цели горные районы могли служить прекрасными убежищами... Всего вероятнее поэтому, что также, как центром сортового разнообразия, очагами первоначальной земледельческой культуры были горные районы»¹.

В наши дни в поисках культур древнейших земледельцев археологические экспедиции устремились в горный Курдистан. В специальной литературе и широкой печати опубликовано немало сообщений о замечательных находках и открытиях. Одна за другой выявляются ранее неизвестные страницы истории человечества, все дальше и дальше в глубь веков отодвигается время существования поселений «самых первых» земледельцев и скотоводов.

В 1952 г. вышла небольшая книжка Р. Брейдвуда, в которой дата раннеземледельческого поселения Джермо определялась началом V тысячелетия до н. э. Это было настоящей сенсацией. В 1960 г. в Иранском Курдистане было открыто аналогичное поселение — Тепе Сараб, но датировка соответствующих комплексов отодвинулась уже на VII тысячелетие до н. э. В 1964 г. появилась статья, где уже шла речь о X—IX тысячелетии до н. э. Работы Р. Мак Нейша, как уже говорилось, ясно показали, что мексиканское нагорье было родиной центральноамериканского земледелия. Словом, горные районы оказались подлинной сокровищницей раннеземледельческих культур в полном соответствии с научным предвидением Николая Ивановича Вавилова.

Это гениальное предвидение явилось закономерным результатом огромной исследовательской работы Н. И. Вавилова, тщательно изучавшего гео-

¹ Н. И. Вавилов. Центры происхождения культурных растений. В кн.: Избранные произведения, т. I. Изд-во «Наука», 1967, стр. 170—171.

Ботанические материалы. Переход к земледелию и скотоводству был обусловлен как благоприятными природными условиями, так и предпосылками, складывающимися в среде самого человеческого общества. К числу последних следует отнести достаточно высокий уровень техники, зачатки положительных знаний, развитое охотничье-собираетельское хозяйство, в значительной мере исчерпавшее свои возможности, а также относительно высокую плотность населения, которая стала уже затруднять экстенсивное использование угодий.

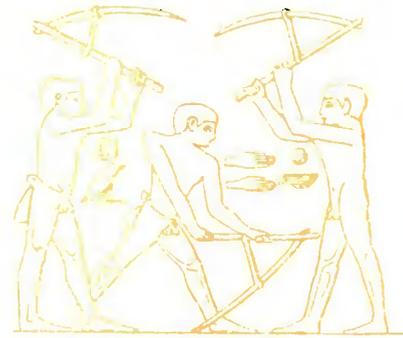
Природные условия, как нам кажется, следует рассматривать в двух различных аспектах: природные условия, благоприятствующие возникновению экономики нового типа, и природные условия, благоприятствующие наибольшему развитию этой экономики. Разные аспекты соответствуют различным историческим периодам в развитии раннеземледельческих культур, значение природной среды становится иным в ходе истории человечества.

В первый период решающая роль принадлежит исходным диким формам как для домашних животных, так и для культурных растений. Легко можно видеть, что памятники, на которых прослеживаются начальные этапы неолитической революции, сосредоточены на Ближнем Востоке строго в определенных природных зонах. Таков прежде всего дубово-фисташковый лесной пояс Загроса на высотах от 600 до 1350 м. На расположенных здесь памятниках найдены угли дуба, тополя, можжевельника, кости безоарового козла, барана, кабана и дикого быка. Это была область естественного произрастания диких злаков, в том числе пшеницы и ячменя, а также диких бобовых растений. Количество осадков колеблется здесь от 250 до 1000 мм, что вполне достаточно для земледелия, особенно в хорошо орошенных котловинах. Это был подлинный Эдем для возникновения ранних земледельческих культур, и неудивительно, что именно Курдистан щед-

ро раскрывает исследователям свои археологические сокровища.

Более сухим климатом и аридными ландшафтами отличается другой центр формирования раннеземледельческих культур — палестино-иорданский. Правда, есть веские основания говорить о большей лесистости этого региона в X—IV тысячелетиях до н. э. Дикорастущие злаки и исходные формы домашних животных представлены здесь в равной степени. Возможно, поиски новых источников питания и новых форм хозяйствования в столь далекие от нас времена были стимулированы в этом районе относительно высокой плотностью населения, уже в пору верхнего палеолита состоявшего из целого ряда разнокультурных, т. е., видимо, разноэтнических племенных групп. На американском континенте центры неолитической революции соответствуют центральноамериканскому и южноамериканскому очагам происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову.

Но одних только благоприятных природных факторов для неолитической революции было недостаточно. Только сочетание природного и социального факторов приводило к сложению экономики нового типа. Скорее всего именно в силу слабости факторов второго рода в некоторых областях, выделявшихся на основании геоботанических данных как предполагаемые очаги происхождения культурных растений, раннеземледельческие культуры складываются в относительно позднее время. Так обстоит дело с Эфиопией, Афганистаном, Индией и Пакистаном, Китаем. При этом в Афганистане, например, орудия труда мезолитического периода характеризовались той же пластинчатой кремневой индустрией и вкладышевой техникой, что и в курдистанском мезолите, но в Афганистане эта техника появилась гораздо позже, чем в Курдистане. Следует полагать, что в Афганистане экстенсивное охотничье-собираетельское хозяйство еще не исчерпало себя в условиях невысокой плотности населения. Этими же факторами объясня-



В е р х у

Обработка почвы в раннединастическом Египте. С гробницы Саккара (2400 г. до н. э.)

П о с р е д и н е

Обработка земли. Изображение на печати из Суз (Иран)

В н и з у

Плуг с селялкой. С цилиндра Кассиской эпохи. II тысячелетие до н. э. (Ирак)



Алебастровая статуэтка из Эс-Севана (Ирак). VII—VI тысячелетия до н. э.

ется, с нашей точки зрения, и некоторое запаздывание неолитической революции в Америке по сравнению со Старым Светом.

Аналогичным, видимо, было положение и в китайском центре раннеземледельческих культур, соответствующем китайскому очагу Н. И. Вавилова. Здесь хорошо изучена оседлая земледельческо-скотоводческая культура Яншао, датируемая III тысячелетием до н. э. Даже если удастся с достаточной определенностью установить зарождение производящей экономики на дояншаоских памятниках, все равно этот процесс по древности во многом будет уступать Ближнему Востоку. Это обстоятельство стимулировало мнение о вторичном, зависимом происхождении раннеземледельческих культур Китая. Однако с точки зрения автора настоящей статьи весь облик культуры Яншао, как конкретного археологического комплекса, глубоко своеобразен и не может быть выведен из известных нам раннеземледельческих культур Передней Азии¹. По существу перед нами конкретное проявление полицентрического характера возникновения земледельческо-скотоводческого хозяйства. Об этой особенности исторического процесса, кстати, также писал Н. И. Вавилов тридцать лет тому назад: «начатки земледельческой культуры разновременны, а иногда и одновременно возникали в разных областях, там, где имелись элементы для создания земледельческой культуры»².

Иначе складывается положение в следующем периоде, когда природные условия областей, благоприятные для возникновения производящей экономики, далеко не всегда оказывались способствующими ее последующему быстрому прогрессу. При этом мы имеем в виду прежде всего земледелие с накоплением прибавочного продукта, с чем в первую очередь и было связано развитие об-

щества. Как можно было видеть, область распространения раннеземледельческих культур Ближнего Востока значительно шире той области, в которой были сосредоточены протоземледельческие поселки. Она охватывает новые ландшафтные районы и именно в них-то и наблюдается наибольший расцвет, опережающий былую прародину.

Этому явлению способствовали два обстоятельства. Во-первых, заросли дикорастущих растений, являясь устойчивой основой получения продуктов питания, в то же время задерживали окончательную победу земледелия. Этим, видимо, объясняется и известное отставание в VI тысячелетии до н. э. горных племен Загроса по сравнению с хассунской культурой, столь характерной для равнин Месопотамии, и затяжной период неолитической революции в центральной Америке. Во-вторых, расселяющиеся племена осваивали новые ландшафтные зоны, не характерные для районов естественного произрастания злаков, что приводило к интенсивному сортообразованию, в результате чего человек получал большие селекционные возможности. Новые природные условия вели и к возникновению новых, более прогрессивных форм земледелия. В этом отношении весьма характерна история освоения Месопотамии.

Хассунские земледельцы, заселившие верхнюю Месопотамию и достигшие района нынешнего Багдада, столкнулись с полупустынными ландшафтами, с сухим и жарким климатом. В Багдаде в настоящее время годовое количество осадков не превышает 180 мм. Правда, в области распространения значительной части хассунских памятников, в предгорьях, были возможны богарные посевы ячменя и пшеницы, но, видимо, и здесь древние земледельцы были вынуждены применять какие-то формы искусственного орошения, например окружать дамбами паводковые разливы. По мере продвижения на юг подобные сооружения становились насущной необходимостью.

¹ В. М. М а с с о н. Историческое место среднеазиатской цивилизации. «Советская археология», 1964, № 1, стр. 18—19.

² Н. И. В а в и л о в. Проблема происхождения культурных растений в современном понимании. «Природа», 1929, № 5, стр. 420.

Нижняя Месопотамия, представляющая собой плоскую равнину, перерезанную бесчисленными рукавами рек, с огромными весенними разливами, и была, видимо, подлинной родиной ирригационного земледелия. В V тысячелетии до н. э. земледельческие колонисты проходят насквозь эту неуютную, болотистую страну и достигают Персидского залива. Столкнувшись с новыми природными условиями, древний земледелец вышел победителем, и эта победа открывала невиданные до того перспективы. Зарождение ирригационного земледелия было скачком в развитии производительных сил. Недаром хассунский Телль Эс-Севан отличается столь высоким сортовым разнообразием возделываемых культур, не случайно в областях ирригационного земледелия зерна растений значительно крупнее, чем в горных областях¹.

Иначе обстояло дело в Палестино-Иорданской области. Благоприятное сочетание различных условий способствовало здесь раннему возникновению экономики нового типа, но дальнейший прогресс идет замедленными темпами. Постоянные реки невелики, их использование для искусственного орошения затруднено. Малопродуктивная засушливая страна с длительным сухим периодом еще долгое время оставалась местом обитания сравнительно бедных общин.

Так находит свое конкретное воплощение сложный диалектический процесс неравномерности общественного развития. Еще более эта неравномерность усиливается в эпоху возникновения древнейших классовых обществ и государств.

Цивилизации великих рек

Давно уже было отмечено, что высокие цивилизации и первые государства раньше всего возникают в аллювиальных долинах великих рек: Нила, Тигра и Евфрата, Инда, Хуанхэ. В значительной мере это обуславливалось благоприятными природными

условиями. Наносные земли в этих долинах исключительно плодородны, легко поддаются обработке и поэтому особенно удобны для земледелия. Теплый климат способствует непрерывной вегетации растений и позволяет, например, в долине Инда, получать два урожая в году. Засушливый климат делал неизбежным проведение крупных оросительных каналов и дренажных устройств. Все это в целом определяло высокую, устойчивую урожайность полей. В Шумере урожаи ячменя достигали в среднем сам-36, а в отдельных случаях даже сам-104.

Огромный рост прибавочного продукта в долинах великих рек был той материальной базой, на которой стремительно развивалось общество. Мастера-профессионалы получили возможность сосредоточить свои усилия в избранных областях, в результате чего ремесла сделали гигантский скачок, достигая порою высот подлинного искусства. Возникают многолюдные поселения городского типа, которые становятся центрами страны. Необходимость налаженного учета в сложных хозяйственных организациях и закрепления календарно-астрономических наблюдений, определявших аграрный цикл, приводят к появлению письменности. Отныне человечество на глиняных таблицах, панцирях черепах или листьях папируса закрепляет свои наивысшие интеллектуальные достижения. Мону-ментальные храмы, дворцы, пирамиды служат как бы материальным воплощением достигнутых высот цивилизации.

Однако, как и в эпоху неолитической революции, одна только природная среда не может объяснить происшедшие перемены. Сами по себе великие реки не рожают городскую культуру и раннеклассовое общество. И то и другое — результат деятельности человеческих коллективов, правда, деятельности, протекавшей в благоприятных природных условиях. Первой предпосылкой возникновения государств в долинах великих рек явилось существование племен, уже перешедших к земле-



Алебастровая статуэтка из Эс-Севана (Ирак). VII—VI тысячелетия до н. э.

¹ H. Helbaek. Ecological Effects of Irrigation in Ancient Mesopotamia. «Iraq», т. XXII, 1960, стр. 195.

дельческо-скотоводческому хозяйству.

Как уже отмечалось, переход к новым формам экономики в Китае происходил позднее, чем на Ближнем Востоке. В III тысячелетии до н. э. Китай переживал стадию развития, пройденную Месопотамией гораздо раньше — в IV—V тысячелетии до н. э. Лишь во второй половине II тысячелетия до н. э. в долине Хуанхэ складывается классовое общество. Аналогичным было положение и в долине Инда, где запаздывание неолитической революции обусловило сложение городской цивилизации Хараппы лишь в конце III тысячелетия до н. э. Плодородная дельта такой крупной среднеазиатской реки, как Амударья, долгое время давала приют племенам охотников и рыболовов, и лишь во второй половине II тысячелетия до н. э. здесь появляются первые земледельческие оазисы, а в середине I тысячелетия до н. э. складывается городская цивилизация древнего Хорезма.

Какова же была судьба племен, обитавших в стороне от великих рек афро-азиатских субтропиков? Были ли они обречены на бесперспективное нищенское прозябание? Нет, и здесь история продолжает свой размеренный ход через превратности судьбы, но иными темпами и в иные сроки.

В последние годы сравнительно хорошо изучена история раннеземледельческих племен юго-запада Средней Азии. Постепенно расселяясь, подобно загросским земледельцам, они в IV тысячелетии до н. э. осваивают район древней дельты такой сравнительно крупной реки, как Теджен. Многое здесь напоминало Месопотамию: полупустынный ландшафт, аридный климат, галерейные леса по берегам бесчисленных протоков. И, действительно, в начале III тысячелетия до н. э. здесь появляются первые небольшие каналы, остатки которых были открыты и изучены советским палеогеографом Г. Н. Лисицкой.

Однако перемещение дельты вскоре прерывает здесь развитие цивилизации, и в дальнейшем оседлоземледельческая культура по-прежнему локализуется в узкой полоске подгорной равнины, зажатой между отрогами Копет-Дага и первыми грядами каракумских песков. Ограниченная ирригационная база в виде небольших речек и ручьев, малоплодородные почвы — все это задерживало накопление прибавочного продукта, и лишь в конце III — начале II тысячелетия до н. э. мы застаем здесь формирующуюся городскую цивилизацию древневосточного облика.

Раскопки, произведенные в 1965—1968 гг. на Алтын-депе, одном из центров этой цивилизации, привели к открытию ряда элементов городской культуры. Была обнаружена и монументальная архитектура, и система знаков, возможно, связанная с зарождающейся письменностью, и изделия из слоновой кости, привезенные из Индии. Вероятно, происходило формирование и какой-то религиозной системы. Схематизированные женские головки из терракоты этого времени, резко отличающиеся от обычной пластики древнейших земледельцев, поражают своей застывшей отрешенностью.

Столь же замедленными темпами происходит развитие и другой «внеречной» цивилизации — малоазиатской. И здесь между блестящей культурой раннеземледельческого Чатал-Гююка VII—VI тысячелетий до н. э. и раннеклассовыми образованиями II тысячелетия до н. э. наблюдается значительный временной разрыв.

В Новом Свете мы также находим прямую связь первых цивилизаций с древнейшими очагами земледелия. В Перу общие закономерности развития во многом напоминают эволюцию Месопотамии. К I—VIII вв. н. э. здесь относится расцвет своеобразной культуры, имеющей облик городской цивилизации. Ее экономической основой было ирригационное земледелие с системой каналов и ~~и~~акведуков, обусловленное засушливым климатом побережья, ярко выраженным

пустынным и полупустынным ландшафтом.

Цивилизация майя также обнаруживает определенные связи с центральноамериканским очагом неолитической революции. Однако ее экономическая основа глубоко своеобразна. Здесь нет ни пустынного климата, ни великой реки, ни даже искусственного орошения с помощью небольших ручьев или паводковых вод. Расцвет этой удивительной культуры обеспечивало подсечно-огневое земледелие. Тщательно разработанные календарные циклы и замечательные селекционные достижения способствовали высокой продуктивности и получению высоких урожаев.



Сложная проблема возникновения цивилизации, установление роли и значения различных факторов в этом многоступенчатом процессе получают сейчас новое освещение в результате последних открытий и исследований. Изучение основных закономерностей истории человеческого общества не только не исключает, а, напротив, предполагает тщательное рассмотрение места природных условий, во многом определявших своеобразие и темпы исторического процесса. И именно участие в этой разработке представителей как гуманитарных, так и естественных наук — главное условие достижения позитивных результатов.

УДК 008

Поверхность Ферми

М. И. Каганов
Доктор физико-математических наук

А. П. Филатов

Публикуемая статья служит продолжением статьи авторов под тем же названием¹ и связана с той же серией работ по исследованию электронного энергетического спектра. Руководителю этих работ, чл.-корр. АН СССР Илье Михайловичу Лифшицу была присуждена Ленинская премия за 1967 г. Им и его сотрудниками в Физико-техническом институте АН УССР впервые поставлена задача восстановления энергетического спектра электронов проводимости по экспериментальным данным. О методах решения этой задачи и рассказывается в предлагаемой статье.

Электронный энергетический спектр. Электроны и дырки

В прошлой статье, отвечая на вопрос, что такое поверхность Ферми, мы познакомили читателя с рядом фундаментальных понятий статистической физики, играющих важнейшую роль в физике твердого тела. Мы описали электронный газ в металле и его распределение по импульсам в основном, невозбужденном состоянии, т. е. при температуре абсолютного нуля. В основном состоянии электроны занимают в p -пространстве, координатами которого служат проекции импульса электрона, определенную область причудливой формы. Особый интерес мы проявили не столько ко всему объему, занятому электронами, сколько к поверхности, ограничивающей этот объем. Эта поверхность и называется поверхностью Ферми. Интерес именно к поверхности Ферми не случаен. Дело в том, что в

большинстве свойств металлов главную роль играют электроны, располагающиеся на поверхности Ферми или вблизи нее. Внутренние области объема, занятого электронами, как бы выпадают. Они не принимают участия ни в переносе заряда и тепла, ни в отражении света, ни в поглощении звука. Точнее говоря, они не проявляют себя в этих процессах. Их роль — «поддерживать» те электроны, энергия которых близка к энергии Ферми.

Опишем несколько подробнее состояние электронного газа в металле при небольшом возбуждении последнего, т. е. тогда, когда энергия электронного газа немного больше наименьшей энергии, допускаемой принципом Паули.

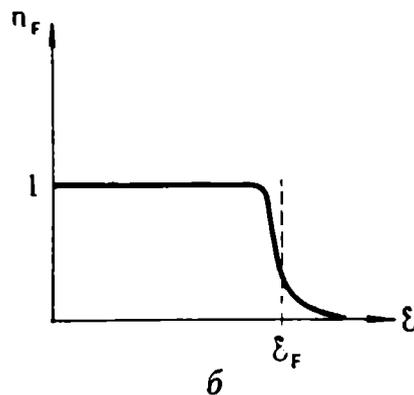
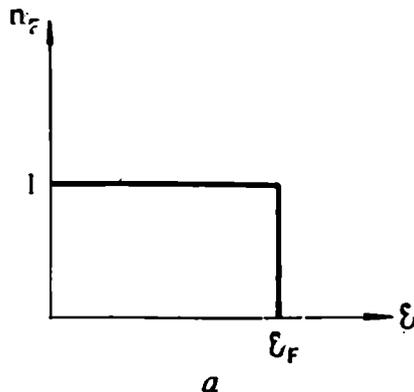
Если посмотреть на функцию распределения электронов при нуле температуры (рис. 1а), то ясно, что возбужденное состояние — это состояние, при котором группа электронов с энергией меньшей энергии

Ферми, переведена в состояние с энергией большей фермиевской (рис. 1б). Другими словами: электроны вынуты из-под поверхности Ферми и помещены вне ее. Возбуждение полагаем малым. В данном случае это означает, что число таких «переселенных» электронов невелико и что они взяты из области p -пространства, непосредственно примыкающей к поверхности Ферми. Так как по температурной шкале энергия Ферми очень велика ($\sim 10^5$ °К), то даже при высокой (с житейских позиций) температуре состояние электронного газа лишь мало отличается от основного невозбужденного состояния.

Задача определения электронного энергетического спектра металлов сводится к определению формы поверхности Ферми и близко расположенных к ней изоэнергетических поверхностей. Малое изменение энергии равно скорости частицы, умноженной на малое изменение импульса ($\delta\varepsilon = v\delta p$). Поэтому, кроме поверхности Ферми, достаточно определить еще скорости тех электро-

¹ «Природа», 1968, № 5, стр. 22—24.

Рис. 1. а — Распределение электронов по энергиям в основном состоянии (фермиевская ступенька); б — распределение электронов в слабо-возбужденном состоянии, n_F — число электронов с данной энергией ϵ ; ϵ_F — энергия Ферми



нов, энергия которых равна фермиевской. Тем самым будет найдена форма всех интересующих нас изоэнергетических поверхностей.

Скорость параллельна нормали к изоэнергетической поверхности. Сделаем мысленное построение: из каждой точки на поверхности Ферми проведем нормаль к ней. Тогда задача определения энергетического спектра электронов сводится к определению не только формы поверхности Ферми, но и величин векторов скорости, направленных вдоль нормали (или совсем шуточно: «надо определить форму ежа и длину иголок на нем»¹).

Как же изучить — увидеть, измерить поверхность Ферми? Раньше чем рассказать об этом, нам придется сделать небольшое отступление.

Столкновения, теплопроводность и электропроводность

Для вычисления разнообразных характеристик металла необходимо

¹ Сложные ферми-поверхности называют монстрами. Мы уточняем: речь идет о монстре, покрытом иглами.

м о знать форму поверхности Ферми и распределение на ней скоростей. Необходимо, но недостаточно. Действительно, пусть каким-либо образом электроны выведены из состояния термодинамического равновесия. Например, один из электронов, поглотив квант света, приобрел лишнюю порцию энергии. Что произойдет дальше? Электрон, сталкиваясь с другими электронами, с колебаниями кристаллической решетки (с фононами), постепенно раздает лишнюю энергию. Другими словами: повысится температура металла. Подобные процессы перехода в равновесное состояние называются процессами релаксации. В металлах процесс релаксации обладает рядом интереснейших особенностей. Например, очень быстро установится равновесие в электронной системе и несколько медленнее — между электронами и решеткой. Это различие времен релаксации (внутри системы и между электронами и решеткой) приводит к ряду наблюдаемых эффектов, особенно хорошо изученных в полупро-

водниках. Для вычисления времени релаксации недостаточно знать энергетический спектр электронов, надо, кроме того, знать, как часто электроны сталкиваются друг с другом, с фононами и т. п. и что при столкновениях происходит.

Мерой столкновений служит длина свободного пробега l или время свободного пробега $\tau = l/v_F$. Для описания того, «что при столкновениях происходит», принят следующий язык: говорят о средней длине свободного пробега относительно релаксации той или другой физической величины.

Для иллюстрации приведем пример. Представим себе соревнования с такими странными правилами. Бегун должен как можно дальше от старта пронести шляпу (на голове) и флажок (в руке). Бежит он через толпу зрителей, которым разрешается сбивать с его головы шляпу и вырывать из рук флажок. Естественно, что расстояние, на которое бегун пронесет флажок (длина свободного пробега относительно релаксации флажка), будет, как правило (в среднем), больше, чем расстояние, на которое удастся донести шляпу.

Мы выше описали один из возможных способов выведения системы из состояния равновесия. Его главной отличительной чертой является нестационарность. Релаксация — процесс, происходящий за конечный промежуток времени. Пожалуй, более существенное значение имеют стационарные релаксационные процессы. Простейший и важнейший пример — прохождение тока через проводник. Если к проводнику приложена постоянная разность потенциалов V и он включен в цепь, то по проводнику будет течь постоянный электрический ток I , равный отношению разности потенциалов и сопротивления R . Этот хорошо известный закон — закон Ома — в физике принято записывать в других терминах

$$j = \sigma E, \quad (1)$$

где j — плотность тока, E — напряженность электрического поля, σ — удельная электропроводность.

Для того чтобы вычислить удельную электропроводность σ , необходимо разобраться, что происходит с электронами, на которые постоянно действует сила eE . Если бы никакие другие силы на электрон не действовали, то электроны разогнались бы полем и ток все время возрастал. Стационарный процесс был бы невозможен. Каждое включение проводника в цепь приводило бы к короткому замыканию. Само существование стационарного соотношения — закона Ома — показывает, что импульс, который электроны воспринимают от источника электрического поля, они отдают кристаллической решетке. Эта отдача импульса осуществляется при столкновениях электронов с фононами, с примесями, с границами образца, и, наконец, друг с другом. Естественно поэтому, что мерой электропроводности служит длина свободного пробега l_p :

$$\sigma = \frac{2e^2}{3(2\pi\hbar)^3} S_F l_p \quad (2)$$

Здесь S_F — площадь поверхности Ферми, l — заряд электрона; \hbar — постоянная Планка. Если поверхность Ферми — сфера, то из формулы (2) легко получить более привычное соотношение, имеющееся в большинстве учебников физики:

$$\sigma = \frac{ne^2\tau_p}{m} \left(\text{где } \tau_p = \frac{l_p}{v_F} \right)$$

Обратите внимание, что длину свободного пробега (и время свободного пробега) мы снабдили индексом «р». Мы хотим подчеркнуть, что l_p — это длина релаксации импульса p . Электроны переносят не только заряд. Как всякие частицы, они могут переносить и переносят тепло. Поэтому теплопроводность металлов значительно больше теплопроводности диэлектриков, носителями тепла в которых служат только фононы — кванты звука в кристаллах.

Расчет коэффициента теплопроводности κ приводит к следующей формуле;

$$\kappa = \frac{2\pi^2}{9(2\pi\hbar)^3} TS_F l_e \quad (3)$$

где l_e — длина релаксации энергии. При обычных температурах (комнатных и выше) $l_e = l_p$ и выполняется замечательное соотношение — закон

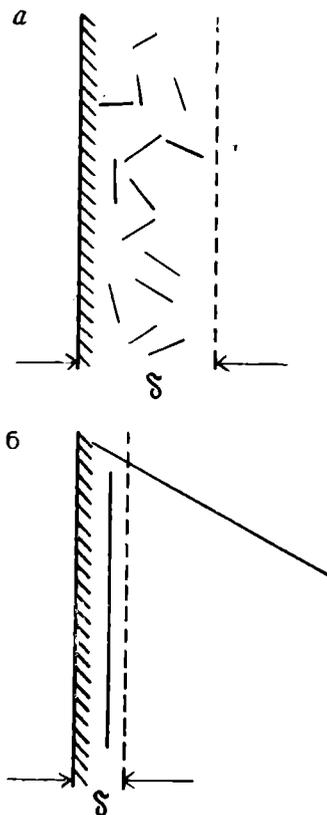


Рис. 2. Скин-эффект: δ — глубина скин-слоя, которая тем меньше, чем больше электропроводность металла и выше частота падающей волны; l — длина свободного пробега электронов; а — нормальный скин-эффект ($l \ll \delta$); б — аномальный скин-эффект ($l \gg \delta$)

Видемана — Франца:

$$\frac{\sigma T}{\kappa} = \frac{3e^2}{\pi^2} \quad (4)$$

объяснение которого служит надежным доказательством правильности наших воззрений на «устройство» металла. При низких температурах длины релаксации для энергии и импульса становятся разными, т. е. возникают отклонения от закона Видемана — Франца. Времена релаксации электронов в металле определяются при высоких температурах столкновениями с квантами звука — фононами или, точнее, испусканием и поглощением фононов. С понижением температуры длины свободного пробега существенно возрастают и при самых низких температурах определяются столкновениями с примесями атомами или границами образца.

Сформулируем два положения, которые помогут лучше представить свойства электронов проводимости:

1. при столкновениях электроны передвигаются по поверхности Ферми;
2. длина свободного пробега электрона значительно больше расстояния между атомами.

Последнее утверждение позволяет в хорошем приближении считать электроны проводимости свободными.



Теперь постараемся описать явления, позволяющие и позволившие исследовать электронный энергетический спектр около тридцати металлов. Мы начнем не с самого применяемого из них. Мы даже объясним, почему это явление редко используют для исследования электронов проводимости. Но само явление очень наглядно. Оно поможет проиллюстрировать общие принципы.

Аномальный скин-эффект

Смысл скин-эффекта¹ — в ограниченном проникновении электромагнитной волны в металл. Проникновение происходит только на сравнительно небольшой глубине скин-слоя δ , которая тем меньше, чем больше электропроводность металла и чем выше частота волны. Это — обычное, хорошо известное явление, увеличивающее сопротивление проводов переменному току и объясняющее металлический блеск — одно из наиболее отличительных свойств металлов. Природа скин-эффекта хорошо изучена. Рассмотрим падение электромагнитной волны на металл (рис. 2). Электроны металла при взаимодействии с электромагнитной волной воспринимают от нее энергию, большую часть которой излучают обратно. Этим объясняется высокий, почти равный единице коэффициент отражения металлов. Меньшая часть энергии поглощается электронами необратимо и в конечном итоге превращается в тепло. Так обстоит дело, если длина свободного пробега электронов много меньше глубины скин-слоя. В противном случае отнюдь не все электроны из скин-слоя играют

¹ От английского skin — кожа, оболочка.

одинаковую роль. Если эксперимент производится при низких температурах и длина электромагнитной волны меньше 10^4 см = 100 м, то длина свободного пробега в этих условиях больше глубины скин-слоя, а в дециметровом и тем более в сантиметровом диапазоне длина свободного пробега значительно больше глубины скин-слоя. Описанная здесь ситуация носит название аномального скин-эффекта.

К чему это приводит? Те электроны (из скин-слоя), которые движутся под большими углами к поверхности, лишь на небольшой части своего свободного пробега будут находиться под воздействием электромагнитной волны, и их роль в отражении совершенно незначительна. Зато те электроны, скорость которых параллельна поверхности, принимают на себя всё — это они в условиях аномального скин-эффекта отражают электромагнитную волну и, следовательно, определяют значение коэффициента отражения металла.

Используя принятую геометрическую терминологию, можно сказать так: при аномальном скин-эффекте за отражение электромагнитной волны поверхностью металла ответственны электроны, расположенные в тех точках ферми-поверхности, где нормали к поверхности Ферми («иглы ежа») параллельны поверхности металла. Эти точки, как легко сообразить, образуют линию — «поясок». Если поверхность Ферми выпуклая, то «поясок» легко представить себе следующим образом. Сделаем модель ферми-поверхности, скажем, из пластмассы и осветим ее пучком света, направление которого совпадает с перпендикуляром к поверхности образца. Тогда «поясок» — это граница света и тени (рис. 3). Для сферической поверхности Ферми «поясок» — просто большой круг. В более сложных случаях «поясок» нарисовать несколько труднее.

Для анизотропной поверхности Ферми положение «пояска» и коэффициент отражения зависят от направления нормали к поверхности образца. Изменяя это направление относи-

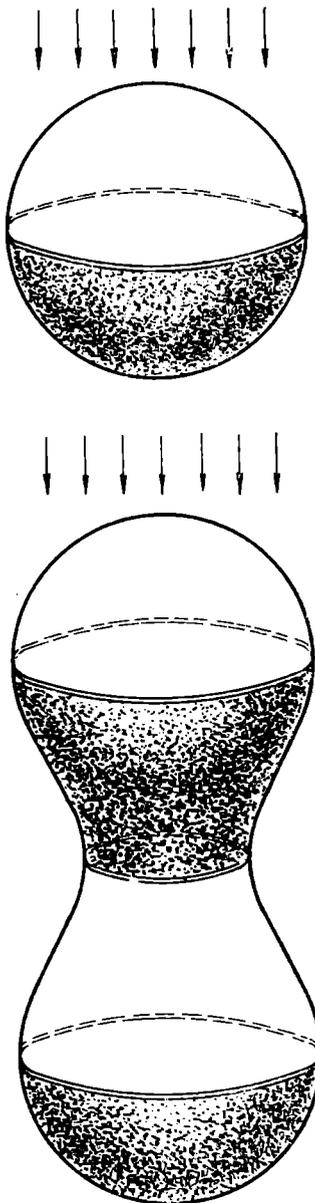


Рис. 3. «Пояски» на поверхности Ферми

тельно кристаллографических направлений, можно прощупать ферми-поверхность. Легко сказать: «изменяя направление нормали»... Но ведь для этого надо в каждом эксперименте брать заново выращенный монокристалл с различным образом ориентированной поверхностью. Или еще лучше — имея один большой монокристалл с различным образом ориентированными гранями, измерить коэффициент отражения (в условиях аномального скин-эффекта) от различных граней и, обработав результаты эксперимента, установить форму поверхности Ферми. Именно такой эксперимент на крупном монокристалле (3 см × 3 см × 10 см) меди проделал Пиппард, который таким путем определил форму ферми-поверхности меди (рис. 4).

Аномальный скин-эффект не стал распространенным методом исследования электронных структур именно потому, что «прощупывание» при этом методе крайне затруднительно. Как часто бывает в современной физике твердого тела, главная сложность — хороший объект исследования, т. е. достаточно крупный, достаточно чистый и необходимой формы монокристалл.

Описанный выше «поясок», на котором скорость электронов на поверхности Ферми параллельна поверхности образца, проявляется не только в аномальном скин-эффекте, но и в поглощении звука, сопротивлении тонких пленок и в других явлениях.

Опыт последних десяти лет показал, что замечательным инструментом исследования электронов проводимости оказывается магнитное поле.

Электрон проводимости в магнитном поле

Для того чтобы понять, как магнитное поле помогает исследовать электронный спектр, уясним сначала, как электрон проводимости движется в магнитном поле. Если металл поме-

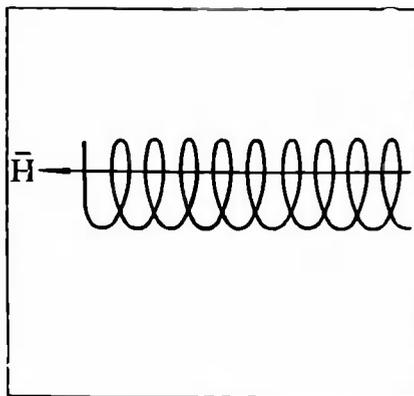
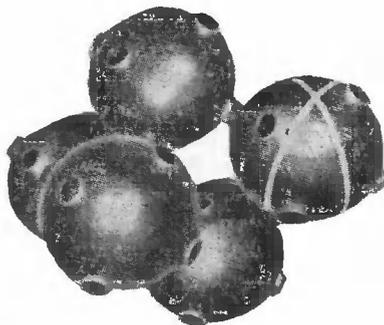
щен в магнитное поле H , то на электрон действует сила Лоренца:

$$\vec{F} = \frac{e}{c} [\vec{v}\vec{H}] \quad (5)$$

Здесь квадратные скобки обозначают векторное произведение; вектор $[\vec{v}\vec{H}]$ перпендикулярен обоим векторам \vec{v} и \vec{H} .

По внешнему виду сила Лоренца, действующая на электрон проводимости, не отличается от силы Лоренца, действующей на свободный электрон. Однако различие есть, и очень глубокое. Дело в том, что скорость электрона проводимости \vec{v} не равна импульсу, деленному на массу, как для обычного электрона. Скорость электрона проводимости — сложная периодическая функция импульса. Это обстоятельство существеннейшим образом сказывается на всей динамике электрона проводимости, в частности на характере его движения в магнитном поле.

При движении электрона по траектории его импульс меняется. Изменение импульса можно изобразить в виде кривой в импульсном пространстве. Кривую эту естественно назвать траекторией электрона в импульсном пространстве. Траектория свободного электрона в импульсном пространстве — это окружность, радиус которой $r_{\perp} = \sqrt{2me - p_z^2}$, где e — энергия, а p_z — проекция импульса на направление магнитного поля. Подчеркнем, что энергия электрона e и проекция его импульса p_z не изменяются при движении в магнитном поле. Траектория свободного электрона в обычном смысле слова (т. е. траектория в координатном пространстве) значительно сложнее, чем траектория в импульсном пространстве. Это — спираль, навитая на магнитное поле. Радиус спирали равен sr_{\perp}/eH (рис. 5). Вернемся к электрону проводимости. Изучая его движение под действием силы Лоренца, легко показать, что энергия электрона и проекция его импульса в магнитном поле, так же как у свободного электрона, не меняются со временем, а сохраняются. Законы сохранения задают траекторию электрона в импульсном пространстве. Другими словами: в импульсном



пространстве движение электрона в магнитном поле происходит по изоэнергетической поверхности (как это изображено на рис. 6). Наиболее интересующие нас электроны, энергия которых равна фермиевской, движутся по поверхности Ферми. Траектория их есть сечение этой поверхности плоскостью, перпендикулярной импульсу вдоль магнитного поля. Но это в импульсном пространстве. А что происходит в координатном пространстве? Полностью траекторию нарисовать трудно (и, к счастью, в этом нет необходимости), а вот проекция траектории на плоскость, перпендикулярную магнитному полю, оказывается, легко может быть найдена, если известна траектория электрона в импульсном пространстве. Рецепт таков: надо повернуть траекторию на 90° вокруг магнитного поля и изменить масштаб с помощью множителя c/eH .

Первое, на что хочется обратить внимание: траектория электрона проводимости может быть совершенно непохожа на траекторию свободного электрона. Например, из рис. 6 ясно видно, что иногда электрон отнюдь

Рис. 4. Ферми-поверхность меди

Рис. 5. Траектория свободного электрона в магнитном поле

не вращается вокруг магнитного поля, а «спокойно» уходит в бесконечность...

Связь между обычной траекторией и траекторией электрона в импульсном пространстве является основой большинства методов, использующих магнитное поле для исследования электронного спектра. Измеряют траекторию в координатном пространстве и, тем самым, определяют какой-либо из размеров поверхности Ферми (см. ниже). Прежде чем двигаться дальше, приведем несколько утверждений относительно движения в магнитном поле (они нам в дальнейшем понадобятся). Если траектория электрона в импульсном пространстве замкнута, то один оборот совершается за время $T_H = 2\pi s^* / eH$, где s^* — так называемая эффективная или циклотронная масса, равная $\frac{1}{2\pi} \int \frac{\partial S(e, p_z)}{\partial e} de$, а $S(e, p_z)$ — площадь, ограниченная траекторией электрона в этом пространстве. Если с ростом энергии изоэнергетическая поверхность растёт,

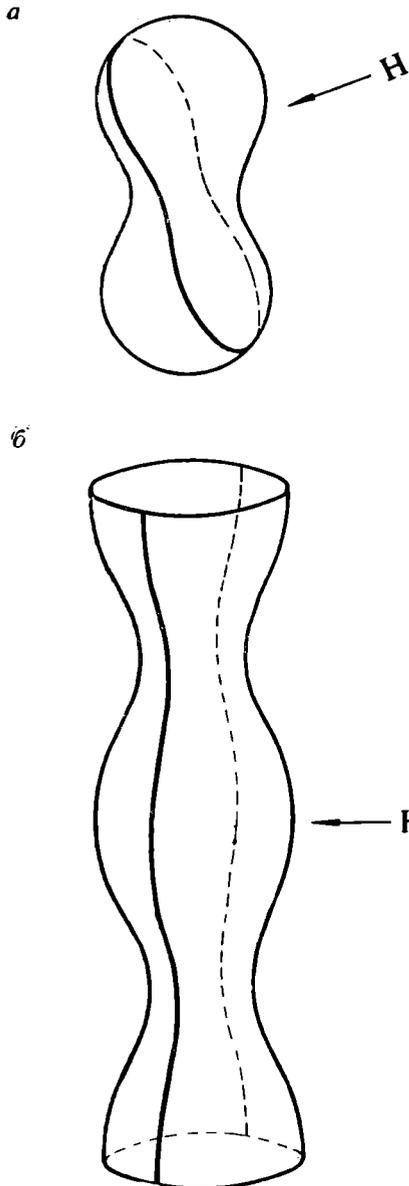


Рис. 6. Траектория электрона проводимости в импульсном пространстве в магнитном поле проходит по поверхности Ферми: а — замкнутая траектория; б — уходящая на бесконечность траектория

то $m^* > 0$, если же поверхность сжимается, то эффективная масса становится отрицательной.

Для открытых траекторий (рис. 6б) эффективная масса обращается в бесконечность. Знак эффективной массы определяет направление вращения электрона. Некоторые электроны вращаются так, будто имеют положительный заряд (при положительной массе). А некоторые вовсе не вращаются...

В квантовой механике существует жесткое правило: всякое движение в ограниченном пространстве квантуется. Квантуется и движение в плоскости, перпендикулярной магнитному полю (конечно, не в тех случаях, когда электрон уходит в бесконечность). Можно показать, что квантованные уровни энергии в магнитном поле определяются условием

$$S(\epsilon, p_z) = \frac{2\pi e \hbar H}{c} \left(n + \frac{1}{2} \right) \quad (6)$$

$S(\epsilon, p_z)$ — уже описанная площадь, n — целые числа. Соотношение (6) показывает, что законы квантовой механики из всех возможных траекторий на поверхности Ферми отбирают только вполне определенные — те, площадь которых равна полуцелым значениям, если ее измерить в своеобразных «квантах площади» $2\pi e \hbar H/c$. Обратите внимание, что постоянная Планка \hbar и магнитное поле H входят в виде произведения. Растет магнитное поле — растет квантовость (постоянная Планка как бы делается больше). Это замечание поможет нам понять одно интересное явление, открытое сравнительно недавно. Но о нем позже...

Особенности движения электрона в магнитном поле проявятся, естественно, только в том случае, если между двумя столкновениями электрон успеет пройти значительную часть траектории. Другими словами, должно быть выполнено условие $r_H \leq l$, где r_H — характерный размер траектории в магнитном поле. В простейшем случае ферми-сферы $r_H = r_F / eH$ (r_F — радиус ферми-сферы). Так как $r_F = \hbar/a$, где a — межатомное расстояние в кристалле, то

при комнатной температуре длина свободного пробега значительно меньше r_H , вплоть до фантастических магнитных полей около 10^8 гаусс. Но с понижением температуры длина свободного пробега, как мы уже говорили, стремительно возрастает. Это позволяет пользоваться сравнительно небольшими полями ($\sim 10^3 \div 10^4$ гаусс). Однако экспериментировать при этом приходится при температуре жидкого гелия ($T < 4,2^\circ \text{K}$).

Теперь, когда мы познакомились с движением электрона в магнитном поле, можно описать различные способы использования магнитного поля для расшифровки электронного энергетического спектра.

Размерные эффекты

Размерными эффектами¹ называют ряд методов, в которых определяют экстремальные (т. е. максимальные и минимальные) диаметры поверхности Ферми путем сравнения с фиксированной длиной L согласно формуле

$$\frac{c D_F^{\text{extr}}}{eH} = L \quad (7)$$

Определение фиксированной длины L нам придется уточнить, а что такое D_F^{extr} , ясно из рис. 7.

Спротивление металлической пластины (и статическое и высокочастотное) в магнитном поле существенно зависит от соотношения между размерами траектории и толщиной пластины. Если поместить образец металла в магнитное поле, параллельное границам образца, то некоторые электроны будут двигаться по своим сложным спиральям, вовсе не заменяя границ, а другие, пройдя меньше одного витка, обязательно столкнутся со стенкой металла (изнутри).

Наибольший вклад в ток, а следовательно, и в проводимость, дают те электроны, которым соответствуют экстремальные диаметры ферми-поверхности. Ведь вблизи экстремальных сечений располагается наибольшее

¹ См. по этому поводу статью В. Гантмахера («Природа», 1965, № 7, стр. 11), которому принадлежит открытие высокочастотного размерного эффекта.

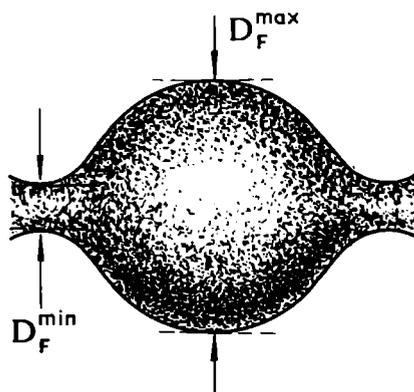


Рис. 7. Экстремальные диаметры поверхности Ферми. D_F^{\min} — наименьший, D_F^{\max} — наибольший диаметр

шее число электронов с данным значением диаметра. В достаточно сильном магнитном поле большинство траекторий полностью укладывается в металлической пластинке и только относительно небольшая доля обрывается на границах образца. Однако при уменьшении магнитного поля должен наступить момент, когда ни одна траектория данного типа (с экстремальным диаметром) не поместится в пластине. Это, как показывают опыт и расчет, проявляется в зависимости сопротивления ρ от магнитного поля. Пусть величина магнитного поля, при котором в этой зависимости проявляется особенность, есть $H_{кр}$. Тогда соотношение (7) позволяет непосредственно измерить экстремальный диаметр поверхности Ферми

$$D_F^{\text{extr}} = \frac{eH_{кр}}{c} \cdot L \quad (8)$$

В данном случае L — толщина пластины. Более подробный анализ размерного эффекта показывает, что особенность в кривой зависимости сопротивления от магнитного поля должна проявляться не только при тех значениях магнитного поля, когда диаметр орбиты равен толщине пластины, но и в тех случаях, когда орбита целое число раз помещается в пластине. Поэтому должна наблюдаться своеобразная периодичность в зависимости $\rho(H)$, причем период равен $c \cdot D_F^{\text{extr}}/eL$. На рис. 8 изображено несколько кривых, анализ которых помог расшифровать поверхность Ферми олова. Надо иметь в виду, что анализ подобных кривых — дело весьма не простое, хотя бы потому, что траекторий с экстремаль-

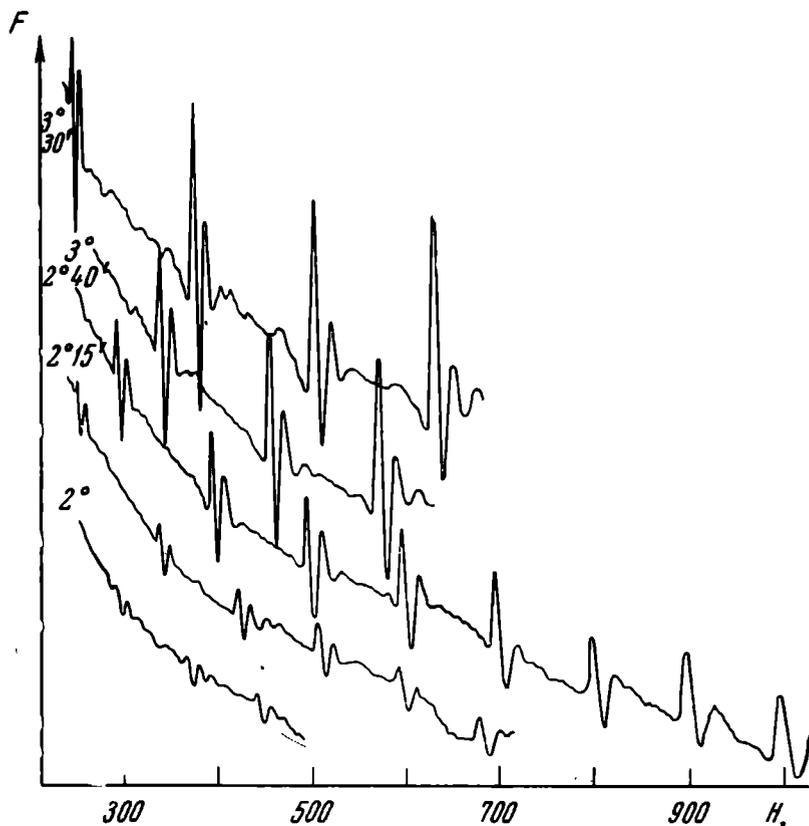


Рис. 8. Запись линий размерного эффекта по работе В. Ф. Гантмахера и Э. А. Канера. Слева от кривых указано изменение угла наклона по сравнению с нижней кривой: $T = 1,9^\circ \text{ K}$; $f = 3,2 \text{ Мгц}$; H — напряженность магнитного поля

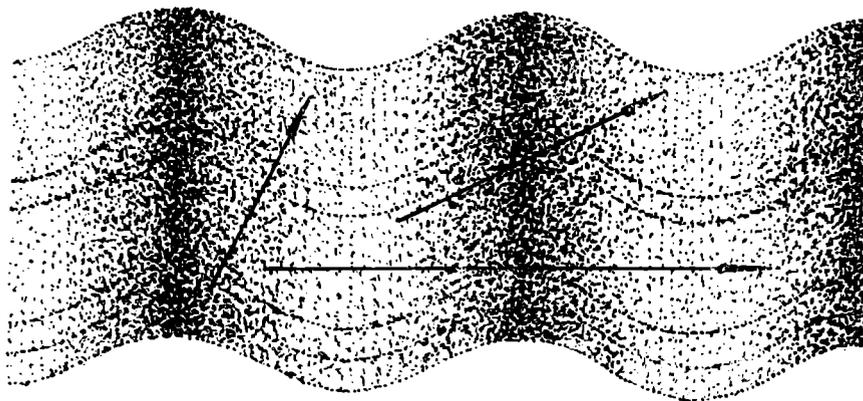


Рис. 9. Взаимодействие электронов со звуковой волной (стрелки изображают направление движения электронов)

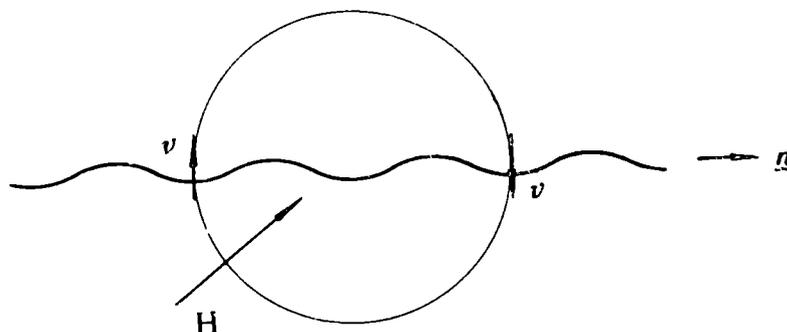


Рис. 10. Взаимодействие электрона со звуковой волной в магнитном поле: n — направление волны (в плоскости рисунка); H — направление магнитного поля, перпендикулярное плоскости рисунка; v — направление скорости электрона при движении по замкнутой траектории в плоскости рисунка

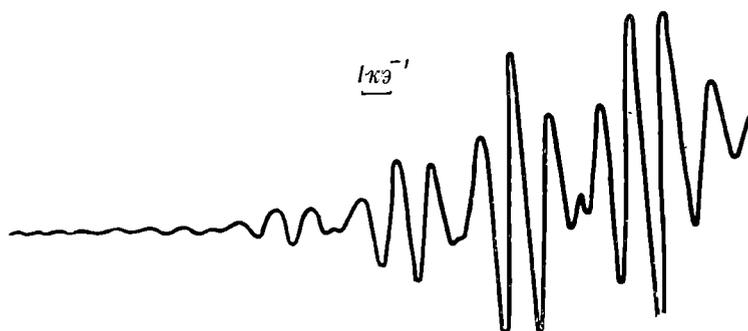


Рис. 11. Запись производной коэффициента поглощения звука как функции обратного магнитного поля

ными диаметрами много и они могут весьма сложным образом проявляться в зависимости сопротивления от магнитного поля. На данном образце и при данном направлении магнитного поля можно измерить только несколько экстремальных диаметров, а для выпуклой поверхности — только один. Для прощупывания поверхности Ферми надо менять направление магнитного поля и выращивать монокристаллические пластины, разным образом ориентированные относительно осей кристалла.

Описанная здесь зависимость сопротивления металлических образцов конечных размеров от магнитного поля — не единственное проявление размерного эффекта. Очень интересный и важный пример размерного эффекта — поглощение звука металлом в магнитном поле. Если длина свободного пробега l значительно больше длины волны звука¹ (а мы

¹ Эксперименты обычно делаются с ультразвуком. Пусть частота ультразвука $\approx 10^5$. Скорость звука $\approx 10^5$ см/сек. Длина волны λ в данном случае 10^{-3} см. Поэтому условие $l \gg \lambda$ оказывается не очень жестким. В достаточно чистых металлах при гелиевых температурах оно легко выполняется.

будем интересоваться только этим случаем), то большая часть электронов практически не будет взаимодействовать со звуком. Точнее: они будут то ускоряться, то замедляться, а суммарный эффект будет отсутствовать. Исключение составят те электроны (эффективные), которые летят поперек волны (рис. 9). Но ведь скорость электрона направлена в импульсном пространстве по нормали к поверхности Ферми. Значит, эффективные электроны находятся на тех участках поверхности

Ферми, где скорость параллельна направлению распространения волны. Опять «поясок!» Действительно, коэффициент поглощения звука при $l \gg \lambda$ выражается в виде интеграла «по пояску». Однако непосредственно использовать измерения поглощения звука для расшифровки энергетического спектра электронов затруднительно, так как соответствующая формула для коэффициента поглощения очень сложна. Но все особенности поглощения звука в описанных аномальных условиях ($l \gg \lambda$) прекрасно изучены. В частности, обнаружено, что (как предсказывает теория) коэффициент поглощения линейно растет с частотой. При низких частотах ($l \ll \lambda$) коэффициент поглощения пропорционален квадрату частоты, т. е. в аномальных условиях коэффициент поглощения меньше, чем был бы, если бы условия оставались нормальными ($l \ll \lambda$). Неэффективность электронов, двигающихся не поперек волны, уменьшает коэффициент поглощения, что естественно...

Включим теперь магнитное поле. Для простоты рассмотрим один случай — магнитное поле направлено поперек волны ($H \perp n$). Движение электрона схематически изображено на рис. 10, из которого видно, что если размеры траектории электрона и длина волны звука связаны соотношением (7), где вместо L надо подставить $(n + 1/2)\lambda$, то взаимодействие особенно эффективно — при каждом обороте электрон подгоняется (либо тормозится) звуковой волной. При фиксированной звуковой волне изменение магнитного поля на величину $\Delta H = e\lambda/cD_F \text{exp} \pm i\tau$ приводит к повторению ситуации, т. е. коэффициент поглощения должен периодически зависеть от магнитного поля, а период (в обратных полях) простым соотношением связан с диаметром ферми-поверхности. Необходимость поворачивать траекторию на 90° при переходе из импульсного пространства в координатное приводит к тому, что измеряем мы экстремальный диаметр, перпендикулярный направлению волны. На рис. 11, взятом из работы А. П. Королюка и Л. Я. Мацианова, показана зависимость коэф-

фициента поглощения звука в сурьме от магнитного поля. Периодическая зависимость отчетливо видна.

Эффект де-Гааза — ван Альфена

Магнитные свойства металлов весьма разнообразны. И все же, несмотря на это разнообразие, существует магнитное свойство, присущее всем металлам и обусловленное именно электронами проводимости. Это — эффект де-Гааза — ван Альфена.

Немного истории. В 1930 г. Л. В. Шубников и де-Гааз обнаружили, что сопротивление висмута причудливым образом зависит от магнитного поля (осциллирует). Этот эффект получил имя своих открывателей (эффект Шубникова — де-Гааза). Годом позже де-Гааз и ван Альфен увидели, что и магнитный момент висмута осциллирует с магнитным полем. Долгое время считалось, что осцилляция — индивидуальное свойство висмута (он вообще чудной металл, особенностей ему не занимать). Несколько драматическая история вышла с теорией осцилляционных явлений. Первая публикация теории, построенной Л. Д. Ландау, содержится в экспериментальной работе Д. Шенберга¹. Интересно отметить, что Ландау, получив общую формулу еще в 1930 г., не заметил осцилляций. На то, что осцилляции содержатся в общей формуле, полученной Ландау, обратил внимание Р. Пайерлс. Ландау исходил из предположения, что электроны в металле свободны. При этом оказалось, что период осцилляций (выраженный в обратных полях) обратно пропорционален числу электронов в степени $2/3$ ($\Delta H = e/(3\pi^2 n)^{2/3} \hbar$). Зависимость периода от числа электронов объяснила, почему именно в висмуте были открыты осцилляции. Дело в том, что у висмута сравнительно мало электронов (примерно в сто тысяч раз меньше, чем у обычных хороших металлов). Но это означает, что период осцилляций, большой у висмута, у других металлов должен быть малым. В 1939 г. открыты осцилляции у Zn (Б. Г. Ла-

зарев, Н. М. Нахимович, Е. А. Парфенова), в 1949—1950 г. у Sn, Be, Cd и т. д. Самыми неподатливыми оказались металлы первой группы. Тщательные и точные измерения показали, что магнитный момент Na, K, Cs, Rb и др. щелочных металлов осциллирует с магнитным полем, а неподатливость связана только с тем, что период осцилляций, действительно, очень мал в согласии с выписанной формулой.

Зависимость магнитного момента от магнитного поля для большинства металлов оказалась удивительно сложной. Можно было думать, что в металле много различных групп электронов, каждая из которых дает свой вклад в магнитный момент (так и говорили раньше, а с большими периодами связывали даже какие-то аномальные группы или аномально мало заполненные зоны).

Теория Ландау не ставила своей задачей учесть сложность энергетического спектра реальных электронов в металле. И потому, естественно, не могла претендовать на объяснение всех наблюдавшихся фактов. В 1954 г. И. М. Лифшиц и А. М. Косевич построили теорию эффекта де-Гааза — ван Альфена, свободную от каких-либо необязательных предположений. Они исходили только из того факта, что в металле есть электроны, подчиняющиеся статистике Ферми (фермионы). Они вычислили магнитный момент металла, и оказалось, что магнитный момент M есть сумма периодических функций (аргумент — обратное магнитное поле), причем каждый период определяется экстремальным сечением поверхности Ферми:

$$\Delta \frac{1}{H} = \frac{2\pi e \hbar}{c S_F^{\text{extr}}} \quad (9)$$

Если поверхность Ферми — сфера, то зависимость $M(1/H)$ особенно проста, а формула (9) переходит в формулу для свободного электронного

$$\Delta \frac{1}{H} = \frac{e}{c (3\pi^2 n)^{1/3} \hbar}$$

После выхода в свет этой работы

¹ Proc. Roy. Soc., v. A170, 1939.

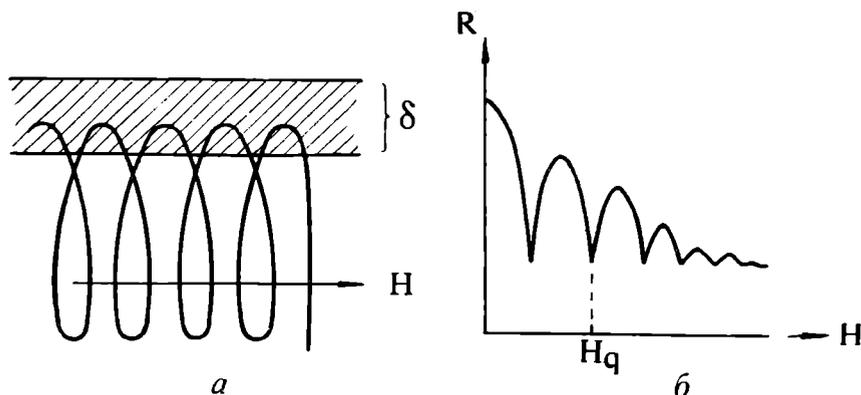


Рис. 12. Резонанс Азбеля—Канера. а — движение электрона при резонансе; H — направление магнитного поля; δ — скин-слой. б — кривая резонанса: R — поверхностное сопротивление; H_q — одно из резонансных значений магнитного поля

стало ясно, что у большинства металлов поверхности Ферми очень сложны и определение их формы — кропотливая задача, требующая больших усилий. Работа эта ведется во многих лабораториях, и до сих пор эффект де-Гааза—ван Альфена является одним из наиболее употребляемых способов расшифровки электронного спектра.

Циклотронный резонанс Азбеля—Канера

Как мы уже говорили, при низкой температуре глубина проникновения радиоволн в металл столь мала, что большую часть своего времени свободного пробега электрон проводит вне действия электромагнитного поля (аномальный скин-эффект, см. рис. 2). А что если заставить электрон возвращаться в скин-слой? Естественный способ, как бы созданный для этого природой, — поместить металл в постоянное магнитное поле, параллельное поверхности. Тогда электрон будет двигаться вокруг магнитной силовой линии, периодически приближаясь к поверхности металла. Можно ли обнаружить такое движение электронов? Конечно. Надо так подобрать частоту электромагнитной волны ω , чтобы каждый раз, когда электрон пролетит через скин-слой, его «встречало» поле в одной и той же фазе (скажем, ускоряющей). Естественно, при этом электроны будут оптимальным образом взаимодействовать с электромагнитной волной, что отразится на величине поверхностного сопротивления (коэффициен-

та отражения, попросту говоря). Следовательно, надо подобрать частоту так, чтобы период обращения электрона в магнитном поле T_H был равен целому числу периодов электромагнитного поля T_ω : $T_H = qT_\omega$ ($q=1, 2, 3, \dots$). Более принято писать это условие в таком виде:

$$\omega = q \frac{eH}{m_F^* \text{extr}_c} ; m^* = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial S(\epsilon, p_z)}{\partial \epsilon} \quad (10)$$

(мы надеемся, что появление индексов «extr» и «F» у эффективной массы не удивит внимательного читателя).

Формулировка условия резонансного взаимодействия между электромагнитной волной и электронами металла, двигающимися в магнитном поле, и построение полной теории этого явления — заслуга советских физиков-теоретиков М. Я. Азбеля и Э. А. Канера. В мировую физическую литературу явление вошло под названием «резонанс Азбеля—Канера». Иногда, правда, можно встретить и другое название — «циклотронный резонанс в металлах». Действительно, движение электронов при этом эффекте происходит по тому же закону, что и в ускорителе-циклотроне¹.

В экспериментах обычно подбирают не частоту, а, наоборот: частоту фиксируют и изменяют магнитное поле.

¹ Здесь есть только одна тонкость: в обычном циклотроне частица за каждый оборот дважды ускоряется высокочастотным полем, при резонансе же Азбеля—Канера ускорение происходит только один раз за оборот — когда частица проходит вблизи поверхности.

В магнитных полях, удовлетворяющих условию резонанса Азбеля—Канера, наблюдается резкое уменьшение поверхностного сопротивления (рис. 12). Это позволяет измерить H_q и, воспользовавшись формулой (10), определить эффективную массу электронов. Меняя направление магнитного поля относительно кристалла, «прощупывают» зависимость эффективной массы от углов. Что дает нам изменение эффективной массы? Так как эффективная масса выражается через производную от сечения по энергии, то ясно, что она характеризует не только саму ферми-поверхность, но и ее соседней, а следовательно, — распределение скоростей на поверхности Ферми.

Наши знания об энергетическом спектре металлов очень обогатились благодаря исследованиям с помощью циклотронного резонанса.

Можно ли «увидеть» поверхность Ферми?

Методы исследования электронного энергетического спектра металлов напоминают снятие плана местности — кропотливое изучение отдельных небольших участков. Конечно, очень хочется иметь глобальный метод, дающий возможность, взглянув на ферми-поверхность, определить ее контуры, ее форму. Какой скачок в нашем представлении о Земле произошел после того, как удалось увидеть Землю из космоса!

Строго говоря, интегрального метода нет. Однако зависимость удель-

ного сопротивления металлов от величины и направления магнитного поля дает в руки исследователей много сведений, позволяющих определить контуры ферми-поверхности. Описывая движение электрона в постоянном и однородном магнитном поле, мы обратили внимание на то, что те электроны, которые расположены на замкнутой изоэнергетической поверхности, движутся вокруг силовой линии магнитного поля (вращаются), а те, которые расположены на открытой поверхности, могут при некоторых направлениях магнит-

ного поля уходить на бесконечность (в плоскости, перпендикулярной магнитному полю). Это свойство движения электронов существенно проявляется в зависимости сопротивления от магнитного поля, когда размеры орбиты значительно меньше длины свободного пробега. Последнее означает, что экспериментировать надо при низких температурах, имея в своем распоряжении достаточно сильные магнитные поля.

На рис. 13 мы привели характерную зависимость сопротивления моно-

кристалла золота от направления магнитного поля. Если разрешить себе образную речь, то можно сказать, что рис. 13 изображает контуры поверхности Ферми. Дело в том, что положение максимумов и минимумов на этой кривой позволяет установить направления, в которых поверхность Ферми не замкнута, что, в свою очередь, помогает набросать общие контуры поверхности Ферми. Если бы собрать воедино результаты исследований сопротивления металлов в магнитном поле, то, наверное, получился бы солидный том, пе-

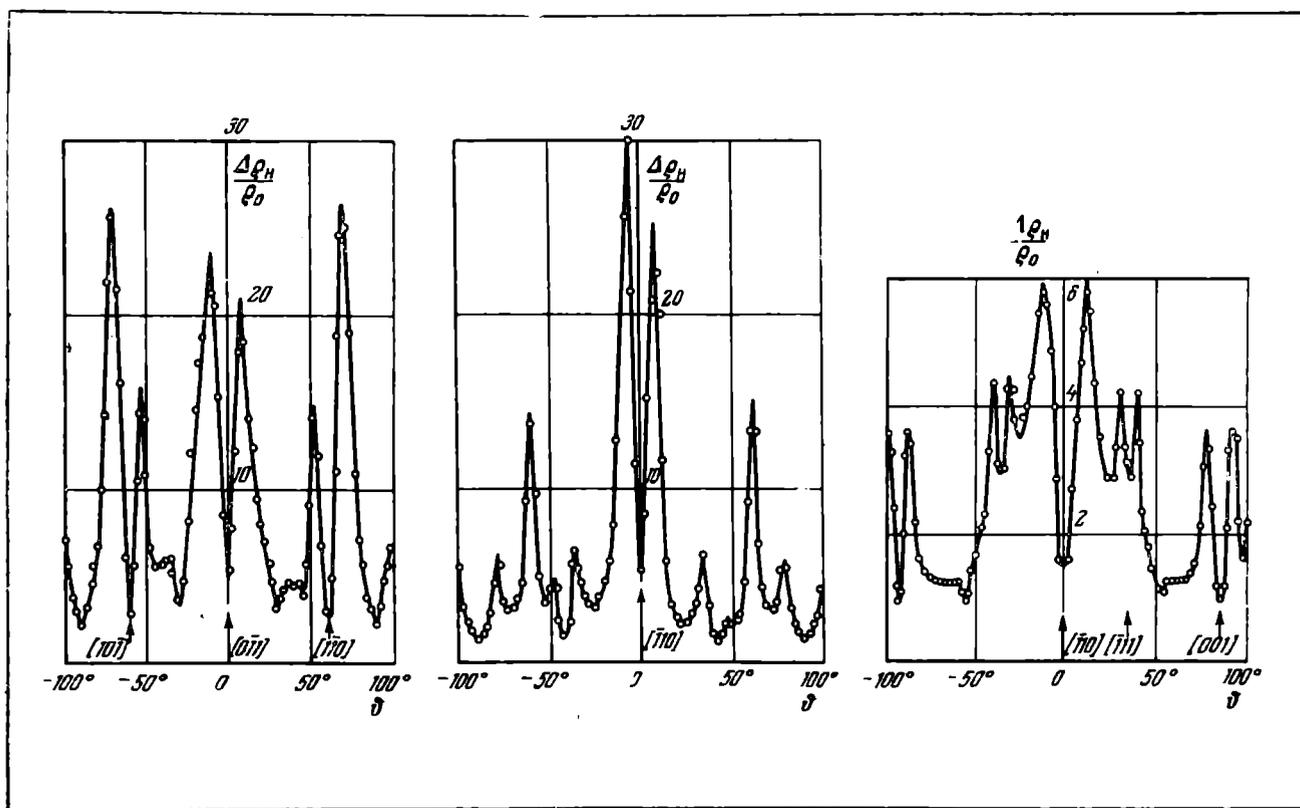


Рис. 13. Зависимость электросопротивления золота ρ от направления магнитного поля (угол ϕ). В квадратных скобках указаны кристаллографические плоскости

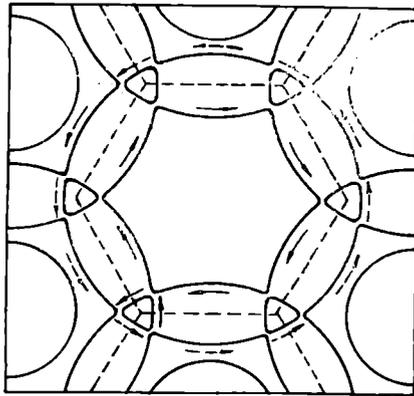


Рис. 14. Магнитный пробой. Сплошные стрелки указывают «классическую» траекторию электрона, а пунктирные — возникшую в результате пробоя

релистивая который мы удивлялись бы разнообразию кривых. Сопротивление то неограниченно растет, то стремится к насыщению, то почти не меняется при изменении направления магнитного поля, то изменяется в сотни, а иногда в тысячи раз; разные образцы одного и того же металла ведут себя по-разному и т. д. и т. п.

За последние годы все это разнообразие приведено в стройную систему. Строго установлена связь между поведением сопротивления в больших магнитных полях и характером электронного спектра. Это — заслуга И. М. Лифшица и его учеников («со стороны теории»), а также Н. Е. Алексеевского и Ю. П. Гайдукова («со стороны эксперимента»).



Сегодня уже нет возможности в рамках журнальной статьи описать все способы исследования электронного энергетического спектра. Их много, они разнообразны, используются самые неожиданные обстоятельства. Так, например, взаимодействие электронов с фононами приводит к тому, что в зависимости энергии фонона от импульса появляется так называемая особенность Мигдала — Кона, которая может быть обнаружена при изучении неупругого рассеяния нейтронов. Геометрическое место точек особенностей Мигдала — Кона, оказывается, воспроизводит форму поверхностей Ферми.

Физик, изучающий элементарные частицы, прежде всего обеспокоен тем, как создать свой объект исследования. У физика, изучающего электроны проводимости, другие заботы — как из огромного числа электронов ($n \approx 10^{23}$ в см^3) выделить какую-то небольшую группу, отличить одни от других. Можно думать, что существенный прогресс на этом пути будет связан с работами Ю. В. Шарвина, научившегося «создавать» и улавливать в металле пучки электронов (как в электроннолучевой трубке).

Планомерная расшифровка электронного энергетического спектра металлов не обходится без неожиданностей. Их, естественно, много, как во всякой быстроразвивающейся области науки. Приведем два примера.

Магнитный пробой

В одном из экспериментов по эффекту де-Гааза — ван Альфена был обнаружен период, который не поддавался пониманию. Он никак не укладывался в r -пространстве изучаемого кристалла (речь идет о магнии). Для того чтобы свести концы с концами, пришлось предположить, что электрон, вместо того чтобы двигаться по законной классической траектории, передвигается по траектории, составленной из кусков классических траекторий, разделенных потенциальными барьерами (рис. 14). Конечно, в принципе ничего удивительного в этом нет. Хорошо известно, что атомные частицы благо-

даря туннельному эффекту могут проникать через области пространства, запрещенные законами классической механики. Удивительным и неожиданным оказалась величина эффекта. Вероятность прохода через туннель в некоторых, весьма распространенных, случаях, как показали расчеты, очень быстро растет с ростом магнитного поля и в весьма небольших полях достигает единицы (помните, мы обращали внимание на то, что постоянная Планка и величина магнитного поля вместе входят в условие квантования (6) — рост магнитного поля эквивалентен усилению квантовости задачи).

Дальнейшие исследования, и экспериментальные и теоретические, показали, что туннельный переход с одной классической траектории на другую — весьма распространенное явление. Оно получило даже специальное название — магнитный пробой. Мы остановились на магнитном пробое вот почему. Перебирая способы расшифровки электронных структур металлов, мы не формулировали одного немаловажного требования. Необходимо, чтобы способ исследования спектра не изменял спектр. История с магнитным пробоем показала, что надо проявлять большую осторожность: даже сравнительно небольшое магнитное поле может существенно перестроить электронный энергетический спектр.

Хайкинские осцилляции

Несколько лет назад М. С. Хайкин, измеряя поверхностное сопротивление олова, индия и кадмия, обнару-

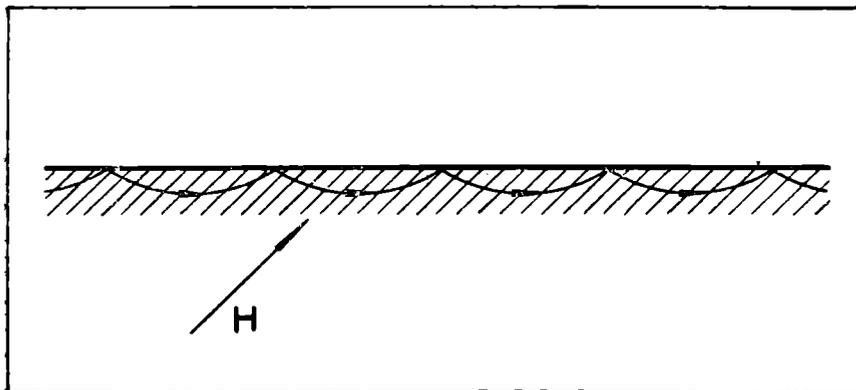


Рис. 15. Движение электрона в магнитном поле вблизи зеркально отражающей поверхности

жил странные резонансные пики в очень слабых магнитных полях (в несколько эрстед). Это открытие вызвало большое удивление. Ведь радиус орбиты электрона в столь слабом поле так велик, что до того, как электрон сделает один виток, он много раз сойдет со своего пути из-за столкновений. Однако рассмотрим внимательно движение электрона вблизи поверхности (рис. 15). Мы видим, что вдоль координаты, перпендикулярной поверхности, электрон совершает периодическое движение.

Такое движение по законам квантовой механики квантуется, т. е. появляются дискретные уровни энергии. Переходы между этими дискретными уровнями и наблюдал М. С. Хайкин. Для того чтобы образовался поверхностный уровень, электрону необходимо хотя бы несколько раз вернуться к поверхности по строго повторяющейся траектории. Это требует не только большой длины свободного пробега, но и очень правильного (зеркального) отражения электрона от границы металла. Долгие годы думали, что зеркальное отражение электрона от поверхности — редкость, что для этого нужны какие-то уникальные условия. Такое суждение, казалось, весьма обоснованно: ведь длина волны фермиевского электрона того же порядка, что и расстояния между атомами кристалла, а нерегулярности на поверхности, по-видимому, имеют ту же длину. Отсюда делался вывод, что отражение электрона от границы должно быть совершенно нерегуляр-

ным — диффузным. Сейчас под напором экспериментальных фактов приходится изменять точку зрения на отражение электронов, и один из самых убедительных примеров зеркальности отражения — хайкинские осцилляции поверхностного сопротивления.



Методами, описанными в этой статье, и многими другими подробно и тщательно изучается энергетический спектр металлов. Уже сейчас, когда изучение далеко не закончено, современный справочник по металлам должен в виде приложения содержать альбом с картинками, изображающими поверхности Ферми — эти «визитные карточки» металлов. Но, естественно, составление такого альбома — не конечная цель исследований. В процессе изучения металлов открываются удивительные свойства, совершенно изменяющие наши представления о металлическом состоянии. Очень убедительным примером может служить поведение металла в магнитном поле. Оказалось (и мы об этом уже немного говорили), металл в магнитном поле существенно изменяет свои свойства. Так, сопротивление его в некоторых случаях может возрасти в миллионы раз; более того, может оказаться, что сопротивление по разным направлениям отличается в сотни тысяч раз. Это означает, что в одном направлении металл — проводник, а в другом — изолятор. Совершенно изменяются высокочастотные свойства металлов в магнитном поле. Казалось бы, скин-эффект — неотъемле-

мое свойство металлов. А в достаточно сильном магнитном поле через металл, почти не затухая, могут проходить электромагнитные волны со своеобразными законами дисперсии (т. е. с необычной зависимостью между частотой и длиной волны). Все современные знания о металлах основываются на представлении о том, что носители заряда в металле — вырожденный ферми-газ, находящийся в слабозвужденном состоянии. Это позволило нам ограничиться поверхностью Ферми и ее ближайшей окрестностью. Неужели область внутри поверхности Ферми и область p -пространства, расположенная вне поверхности Ферми, полностью непостижимы? Конечно, нет. В последние годы успешно развиваются методы, позволяющие изучить эти малодоступные области энергетического спектра металлов. Используемая методика разнообразна. Это и оптические исследования, и внедрение в металл различных примесей, и исследование электронно-позитронной аннигиляции, и приложение огромных давлений, и еще многое другое.

Закончить эту статью нам хочется названием одного популярного фильма — «Удивительное рядом». Привычный нам металл, казалось бы хорошо известный, вошедший в технику и быт еще на заре человеческой истории, если на него взглянуть внимательно и углубленно, проявит свои поразительные свойства, откроет тайны, скрытые за его блестящей поверхностью.

Человек и живая природа¹

Профессор М. М. Камшилов
Институт биологии внутренних вод АН СССР
Борок, Ярославская область

В статье «Принципы организации живой природы», опубликованной в предыдущем номере журнала, рассмотрены некоторые основные закономерности биотического круговорота. В ходе эволюции жизни на Земле ясно обнаруживаются две основные тенденции: усиление воздействия живого на неорганическую природу и включение — с помощью организмов-деструкторов — каждого нового завоевания жизни в биотический круговорот. В публикуемой статье будет показано, как проявляются эти тенденции в связи с появлением в природе человека и социально-техническим прогрессом.

Качественно новым этапом в развитии органического мира явилось возникновение человеческого общества. Правда, на первых этапах его становления и развития деятельность людей оказывала сравнительно слабое влияние на окружающую природу. Но уже овладение огнем выделило наших предков из ряда других животных. Значение огня заключается не только в том, что с его помощью человек защитил свое жилище от хищников, смог освоить районы с более холодным климатом и пережить оледенения. Научившись добывать и поддерживать огонь, люди приобрели способность к полной деструкции органических остатков, т. е. научились делать то, что до них могла делать лишь совокупность одноклеточных. (Впервые в истории живой природы один вид организмов оказался способным не только что-то создавать, но и полностью разрушать созданное!) Человек начал вовлекать

в биотический круговорот органические вещества, слабо используемые другими живыми организмами (например, залежи горючих ископаемых), стал развивать промышленность и транспорт, научился обезвреживать ядовитые отходы своей хозяйственной деятельности.

С развитием общества деятельность человека становилась все более многообразной, ее влияние на природу, живую и неживую, шло по все более разным каналам. В настоящей статье будут рассмотрены лишь некоторые из них.

Наступление на естественные биоценозы

Важнейший этап в развитии человеческой культуры — одомашнивание диких животных и их бессознательная селекция. Сначала человек представлял собой обычное звено в биотическом круговороте. Приручив диких животных, он включил их в свой

круговорот со средой. Домашние животные стали не только продуктом природы, но одновременно и объектом человеческого труда. Этим было положено начало искусственным биоценозам с человеком в качестве главного их компонента.

Следующий шаг — развитие земледелия. Примитивное земледелие, приводившее нередко к необратимым разрушениям естественных биоценозов, уступило место планомерному воздействию на живую природу. Это произошло тогда, когда земледельцы стали не только брать у природы ее продукты, но и научились возвращать в цикл жизни переработанные остатки этих продуктов: т. е. когда земледелие стало звеном биотического круговорота. В качестве своеобразного «черного ящика», обеспечивающего включение отходов сельскохозяйственного производства в биотический круговорот, выступил комплекс организмов почвы. Умелое использование этого «черного ящика», называемого пло-

¹ Окончание. Начало — «Принципы организации живой природы» — см. в предыдущем номере журнала.

дородием почвы,— необходимое условие продуктивного земледелия.

По мере того как проблема повышения продуктивности живой природы приобрела, в связи с ростом населения, в частности городского, особую актуальность, возникла необходимость интенсификации сельского хозяйства. Улучшилась обработка земли, вошли в практику севообороты, в почву начали вносить удобрения; возросло внимание к вопросам кормления домашних животных. Бесспорный отбор перерос в планомерную и систематическую селекцию сельскохозяйственных животных и растений на повышенную продуктивность. Человеческое сознание стало важным фактором эволюции окультуренных звеньев органического мира. Появился зародыш новой земной оболочки — «сферы разума», или, как ее называл В. И. Вернадский, ноосферы¹.

Успех в повышении продуктивности сельского хозяйства зависит от того, в какой мере удастся регулировать биотический круговорот в искусственных биоценозах. Принципы, лежащие в основе такого регулирования, существенно отличны от принципов естественной саморегуляции. Так, естественная саморегуляция основывается на многокомпонентности звеньев круговорота, в искусственных же биоценозах число компонентов сведено до минимума. Без специальной и постоянной поддержки человека, малокомпонентный искусственный биоценоз малоустойчив, как относительно мало устойчивы и природные малокомпонентные биоценозы (например, биоценозы Заполярья). Высокпродуктивные животные нуждаются в защите от холода и непогоды и больше, чем дикие, подвержены заболеваниям, поскольку они, во-первых, при окультуривании частично утратили естественный иммунитет, а, во-вторых, как правило, объединены в большие группы, что создает условия для распространения инфекций. Культурные растения также слабо защищены от болезней и нападений вредителей, причем число видов по-

следних по мере роста окультуренных площадей все сильнее возрастает.

Для борьбы с вредителями сельского хозяйства химическая промышленность изготавливает различные препараты, но эти вещества губят и полезных животных — насекомых-энтомофагов, пауков, птиц. Более того, ядохимикаты, истребляя вредителей на площадях, занятых сельскохозяйственными культурами, одновременно отравляют и окружающие пространства, в том числе водоемы, уничтожают безвредные для человека дикие виды животных и растений, упрощают структуру естественных биоценозов, тем самым снижая их устойчивость. У вредителей же довольно быстро возникают расы, стойкие по отношению к ядам. Таким образом, применение химических средств борьбы вовсе лишается смысла. Создается парадоксальное положение: **стараясь регулировать природные процессы, человек вступает в конфликт с силами естественной саморегуляции, наносит ущерб естественным биоценозам, нарушает внутреннюю структуру органического мира.**

Пожалуй, наиболее отчетливо этот конфликт обнаруживается при наступлении на лесные массивы — многокомпонентные биологические системы, отличающиеся исключительно высокой регуляторной способностью.

Сведение лесов, прежде всего, резко нарушает водный режим планеты. Мелеют и заилиются реки. Это приводит, в свою очередь, к уничтожению нерестилищ и сокращению численности рыб. Уменьшаются запасы грунтовых вод, «высыхает» почва. Талая вода и дождевые потоки смывают верхний почвенный слой. Ветер, не сдерживаемый лесной преградой, довершает «черное дело», начатое водой. В результате возникает опасная болезнь почвы — эрозия.

Древесина, ветви, кора, подстилка аккумулируют минеральные элементы питания растений. Сведение лесов ведет к вымыванию этих элементов из почвы и, следовательно, к падению ее плодородия. С вырубкой ле-

сов гибнут населяющие их птицы, звери, насекомые-энтомофаги. В результате вредители сельскохозяйственных культур беспрепятственно размножаются и пожирают значительную часть урожая (по данным мировой статистики, не менее одной пятой).

Лес очищает воздух от ядовитых загрязнений, в частности, он задерживает радиоактивные осадки, препятствует их дальнейшему распространению. Вырубка лесов устраняет, таким образом, важный компонент самоочистки воздуха. Наконец, уничтожение лесов на склонах гор — естественная причина оврагообразования и селевых потоков.

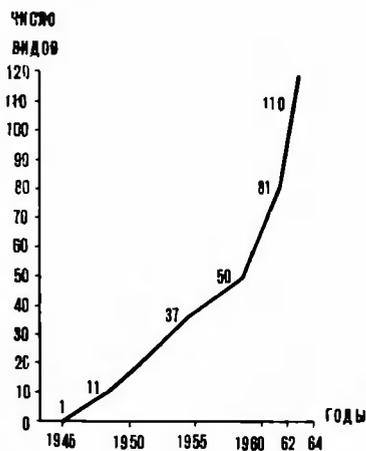
Перед человеком стоит дилемма: с одной стороны, развивать промышленность, транспорт, сельское хозяйство и, следовательно, повышать благосостояние народа без наступления на лес невозможно, с другой стороны, подобное наступление подрывает силы естественной саморегуляции: мы рубим сук, на котором сидим...



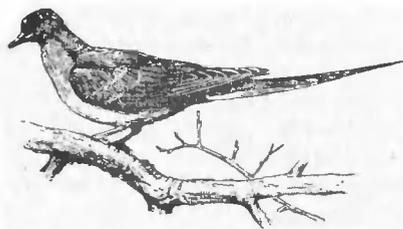
Наступление на естественные биоценозы сопровождается истреблением диких животных. Это истребление, начавшееся несколько веков тому назад, резко усилилось в период колониальных захватов новых земель. На островах Тихого океана исчезла треть видов насекомых; почти полностью уничтожено огромное стадо бизонов Северной Америки; полностью истреблен один из самых многочисленных и явно процветающих видов птиц Северной Америки — странствующий голубь. Процесс исчезновения диких животных идет все ускоряющимися темпами. По самым скромным подсчетам, каждый год с лица Земли полностью стирается в среднем один вид. Если не будут приняты надлежащие меры, в недалеком будущем исчезнут киты, австралийские сумчатые, в частности разнообразные виды кенгуру, крокодилы, носороги, бегемоты, крупные хищники и другие обитатели девственной природы.

Отдельные виды животных исчезают

¹ В. И. Вернадский. Несколько слов о ноосфере. «Успехи современной биологии», т. 18, 1944, вып. 2.



Число видов насекомых, устойчивых к инсектицидам, выросло за 20 лет более чем в 100 раз (по И. А. Рубцову, 1967)



В 1914 г. в зоологическом саду Динциннати (штат Огайо) погиб в неволе последний экземпляр североамериканского странствующего голубя¹

¹ Этот рисунок, как и последующие, помещены на стр. 31 и 32, а также подписи к ним заимствованы из книги Жана Дорста «До того как умрет природа». М., Изд-во «Прогресс», 1968.

не только в результате их непосредственного истребления человеком. Между естественными и искусственными биоценозами все время идет борьба за территорию, воду, пищу, и т. п. Но человеческий труд оказывается фактором настолько мощным, что искусственные биоценозы, сами по себе как биологические системы менее устойчивые, постепенно теснят биоценозы естественные. Изменяется макроструктура жизни: создаются новые породы животных и сорта растений, многие виды завоевывают новые для них районы. Так, американские картофель и кукуруза распространились в Старом свете; на полях Средней Азии произрастает египетский хлопчатник. Таких примеров можно привести много.

Развитие морских, а затем и воздушных связей привело к наведению «мостов» между биогеографическими областями. Организмы обширных континентов, возникшие в сложных условиях борьбы за существование, начали вытеснять аборигенов малых континентов и океанических островов, неспособных противостоять их давлению. Естественная географическая расчлененность биотического круговорота уменьшилась и продолжает уменьшаться.

Этому способствует и сознательная интродукция ряда организмов в районы, где их раньше не было.

Хотя пришельцы с других континентов и приобретают в новых условиях какой-то новый запас информации, этот запас не может, по-видимому, компенсировать те потери, к которым приводит исчезновение видов аборигенов. Дифференцированность форм жизни в масштабе планеты постепенно уменьшается, богатство живой природы оскудевает.

Загрязнение воды и воздуха

Разрушение естественных биоценозов происходит не только путем вытеснения их с «законных» территорий искусственными биоценозами. Все большее значение в этом процессе приобретают не утилизируемые и ча-

сто токсичные отходы промышленности.

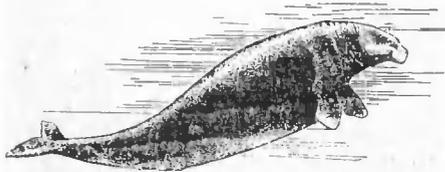
Развитие промышленности, скопление больших масс людей на ограниченной поверхности привело, в частности, к возникновению проблем снабжения населения чистой водой и удаления нечистот. Еще в прошлом веке эти проблемы были, в принципе, успешно решены содружеством инженеров, санитарных врачей и биологов. Принцип, лежащий в основе решения, прост: воду, загрязняемую отходами города, нужно очищать в такой же степени, в какой она была загрязнена. Это достигается комплексом инженерных сооружений и биологических процессов. В качестве ведущего звена выступает совокупность микроорганизмов-деструкторов — то, что получило название «активного ила».

Иначе говоря, проблема была решена путем включения отходов человеческой деятельности в биотический круговорот. Такое включение было возможно потому, что сточные (фекально-бытовые) воды городов какое-то время представляли собой естественные отходы жизнедеятельности, разрушать которые давно приспособилось многообразное микробное население планеты. Новым было то, что деятельность одноклеточных деструкторов осуществлялась в нескольких необычных условиях — в специальных очистных сооружениях разного типа.



С ростом промышленности, в связи с усиливающимся сбросом в водоемы и водотоки нефти и ядовитых отходов производства, задача очистки сточных вод от загрязнения существенно осложнилась. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) вынуждена была заявить: «...даже высокоразвитая страна, при наличии соответствующих органов и благих намерений и не испытывающая недостатка в деньгах, должна смотреть на будущее с некоторой тревогой»¹.

¹ Борьба с загрязнением воды. Доклад Комитета экспертов ВОЗ. Изд. Всемирная организация здравоохранения. Женева, 1967, стр. 5.



В 1768 г., всего через четверть века после научного открытия стеллеровой морской коровы, это безобидное и исключительно полезное животное было полностью истреблено



Голубой лошадиной антилопе досталась печальная «привилегия» быть первым африканским копытным, искорененным человеком

Действительно, чистой воды, не загрязненной отходами промышленности, становится, особенно в странах с развитой промышленностью, все меньше и меньше; ее недостаток уже сейчас ограничивает рост городов и промышленных предприятий. Все чаще поступают сообщения о гибели рыб и других живых существ в местах сброса промышленных вод. Многие крупные реки превратились по существу в сточные канавы. Как показывают эксперименты, в результате загрязнения токсическими веществами в первую очередь повреждаются высшие организмы. У рыб нарушаются условные рефлексы, затем тормозятся безусловные реакции, снижается иммунологическая реактивность и т. п. Многоклеточные организмы, как и следовало ожидать, оказываются и в этом случае менее стойкими: они вымирают первыми. Резкое снижение содержания кислорода тормозит деятельность одноклеточных аэробов, при дальнейшем накоплении токсических веществ гибнут и анаэробные организмы. Эволюция как бы начинает двигаться вспять. Стихийные силы естественной саморегуляции при быстрых темпах загрязнения водоемов уже не справляются с новым мощным фактором, нарушающим структуру жизни.

Аналогичные сдвиги происходят и в результате выбросов ядовитых отходов промышленности и транспорта в атмосферу. Временами воздух крупных городов превращается в удушливую смесь ядовитых газов, губящую людей, как, скажем, было в Лондоне в 1952 г.

Ежегодно в атмосферу от промышленных предприятий поступает около 6 млрд т углекислого газа. При таких темпах накопления углекислоты ее содержание в воздухе через 150 лет удвоится, а температура поверхности планеты значительно повысится.

Гигиенисты подсчитали, что 3,75 млн автомобилей Лос-Анджелеса ежегодно выбрасывают в воздух около 10 тыс. т окиси углерода, 2 тыс. т углеводородов, 530 т окиси азота.

Коллективными усилиями 200 млн автомобилей всей планеты «обеспечивается», соответственно, в 50 с лишним раз больший ядовитый выброс. Кроме того, используя кислород, машины выступают как прямые конкуренты живых организмов. Подсчитано, например, что автомобиль, пробежавший около 1000 км, потребляет годовую норму кислорода одного человека. Каждая тонна сожженного угля забирает годовой запас кислорода уже у 10 человек. Неудивительно, что при такой интенсивности потребления кислорода в районах концентрации промышленности создается его дефицит, восполняемый лишь за счет поступления из других мест (с ветром). Однако промышленность растет, число автомобилей и аналогичных механизмов, работающих на сжигании органического топлива, увеличивается. А это, естественно, ведет к прогрессирующему загрязнению воздуха. «Атмосфера становится огромной свалкой, в которой все возрастающими темпами скапливаются ядовитые газы и аэрозоли»¹.

В течение многих веков человек, как и остальные организмы, беря у биосферы средства к существованию, отдавал в нее то, что могли использовать другие. Универсальная способность микроорганизмов производить деструкцию органического вещества обеспечивала включение последствий хозяйственной деятельности человека в биотический круговорот. Сейчас положение коренным образом меняется. Продолжая брать у природы сырье, промышленность вносит в нее вещества, не могущие быть использованными биосферой и к тому же токсичные для других обитателей планеты. Биотический круговорот, в который, естественно, включено и человеческое общество, становится незамкнутым. Происходит нарушение уже не отдельных биоценозов, а самой структуры биосферы, ее циклической организации.

Загрязнение вод и воздуха отходами промышленности, изменение температурного режима планеты не про-

¹ Л. Д. Баттан. Загрязненное небо. Изд-во «Мир», 1967, стр. 113.

сто таят в себе угрозу гибели сотен или тысяч видов организмов, а непосредственно затрагивают судьбу человека и в перспективе ставят предел техническому и социальному прогрессу.

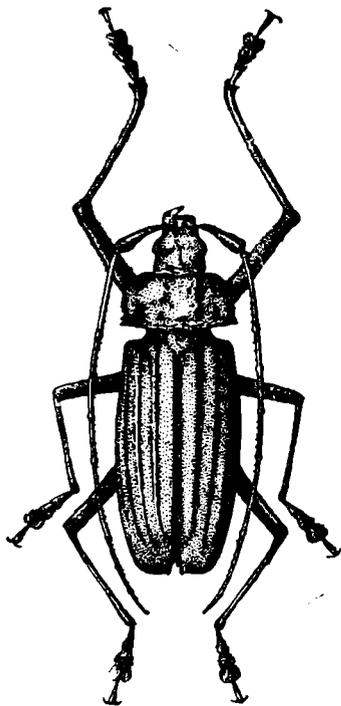
История развития органического мира свидетельствует о том, что живое население планеты переживало и раньше критические моменты. Скажем, появление свободного кислорода — продукта фотосинтеза — несомненно сопровождалось грандиозными пертурбациями в самих основах биосферы. Накопление в атмосфере кислорода не привело к трагическим последствиям лишь потому, что оно происходило медленно. Организмы имели достаточно времени, чтобы с помощью изменчивости и отбора приспособиться к новым условиям и извлечь из них выгоду. Сейчас загрязнение воды и воздуха происходит катастрофически быстро, набор загрязнителей чересчур велик. Организмы, даже низшие, не приспособлены к таким быстрым изменениям условий жизни. И в этом случае, как и в случае наступления искусственных биоценозов на дикую природу, идет разрушение природных экологических систем, подрывается устойчивость органического мира.

Мы уже давно «управляем» природой, но наше управление пока больше напоминает старания незадачливого водителя автомашины, умеющего «крутить баранку», но не знакомого с устройством мотора и смутно представляющего маршрут движения. Как это ни парадоксально, человеческое сознание в масштабе биосферы пока еще мало отличается от других стихийных факторов эволюции. «Сфера разума» — ноосфера — по отношению к биотическому круговороту — часто оказывается неразумной. Невольно вспоминаются слова К. Маркса: «...культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно... оставляет после себя пустыню»¹. Здесь есть о чем подумать!

Био- или техносфера?

В связи с тем, что биосфера становится мало пригодной для жизни, все чаще выдвигается идея полной ее замены совокупностью технических устройств, выполняющих те же функции, т. е. поставляющих людям кислород, чистую воду, продукты питания, необходимую энергию, сырье для промышленности. Иначе говоря, речь идет о замене биосферы своеобразной техносферой. В статье «Автотрофность человечества»¹ В. И. Вернадский допускал принципиальную возможность независимости человека от биосферы. Хильми, Ничипорович, Шварц² серьезно в этом сомневаются. По мнению Хильми, «технические установки, заменяющие биосферу, вероятно, окажутся системой более сложной и менее практичной, нежели биосфера, хотя и преобразованная человеком, но все же отработанная природой в процессе длительного развития» (стр. 285).

Анализ основных закономерностей организации жизни приводит к более категорическому заключению: **полная замена биосферы техносферой невозможна, по-видимому, принципиально.** В погоне за хлебом насущным человек может истребить всех высокоорганизованных животных, все растения, заменить поля, луга и леса — фабриками и заводами, синтезирующими пищу, создающими все необходимые предметы быта, очищающими воду и регулируемыми газовый состав атмосферы. Но даже владея высокой техникой, вряд ли возможно уничтожить микроскопических обитателей планеты, обособившихся в морях и океанах, в почве и воздухе, в теле человека. Редуцированная биосфера будет существовать, пока физико-химические условия на Земле не сделаются исключаящими всякую жизнь. А раз так, то она, как и прежде, будет стремиться осуществлять все основные геохимические функции жизни и,



Жук (Xizuthrus heros) с островов Фиджи (рядом для масштаба показана божья коровка). Сейчас это гигантское насекомое встречается гораздо реже вследствие сведения лесов, где оно обитает

¹ К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные письма. Госполитиздат, 1953, стр. 202.

¹ В. И. Вернадский. Биогеохимические очерки. Изд. АН СССР, 1940.
² Г. Ф. Хильми. Основы физики биосферы. Гидрометиздат, 1966; А. А. Ничипорович. Фотосинтез. «Природа», 1967, № 6; С. С. Шварц. Стратегия жизни. «Природа», 1967, № 8.

следовательно, «конкурировать» с техносферой. Более того, такая биосфера неизбежно станет враждебной человеку. Оставшись один на один с микроскопическими обитателями планеты, с их исключительными приспособительными способностями, человек подвергнется серьезному риску вымирания от инфекций. Ведь он останется единственным сложным организмом, своеобразной кладовой органического вещества, использовать которое будут постоянно пытаться неисчислимые полчища простейших и вирусов. Путь замены биосферы техносферой — это путь создания организации молохов, явно ведущий в тупик.



Органический мир выделяет в атмосферу огромное количество летучих веществ. Так, на 1 га листового леса за сутки образуется около 2 кг пахучих органических соединений, а на такой же площади хвойного — даже 5 кг¹. Вся растительность земного шара ежегодно выделяет в атмосферу 490 млн т летучей органики, что составляет 0,001% веса атмосферного воздуха. Большое количество органических веществ синтезируют животные. Это неудивительно: многие сложные связи между особями различных полов осуществляются с помощью запахов, хищники находят свои жертвы, руководствуясь обонянием и т. п. Постоянная продукция организмами летучей органики приводит к тому, что ее содержание в воздухе измеряется миллиграммами на кубометр. Для всего воздушного океана это составляет миллиарды тонн. Люди, как и все организмы, фактически дышат не только кислородом, а газовой смесью, включающей существенную примесь сложных органических соединений. Некоторые из них, названные Н. Г. Холодным атмовитаминами, поступая в организм человека и животных через дыхательные органы, по-видимому, «выполняют в нем определенные физиологические функции, необходимые для нормальной жизнедеятельности»².

¹ Б. П. Токин. Целебные яды растений. Лениздат, 1967.

² Н. Г. Холодный. Избранные труды, т. 3, 1957, стр. 337.

Атмовитамины (независимо от предположительного характера соображений об их физиологической активности) — пример того, как мало еще мы знаем о свойствах биосферы и связях человека с нею, как самонадеянны и неправомысленны в связи с этим разговоры о возможности ее адекватной замены техническими сооружениями.

Приведем еще один подобный пример. Исследованиями, начатыми Н. Циндером и Дж. Ледербергом¹, доказан обмен наследственным материалом у бактерий с помощью вирусов (трандукция). Ледерберг говорит о возможности переделки посредством вирусов наследственной основы человека. Но если подобное допустимо в принципе, почему бы этому механизму не действовать в природе и сейчас? Может быть, живые существа, принадлежащие к разным систематическим группам, в какой-то мере действительно обмениваются с помощью вирусов своим наследственным материалом; возможно, это обеспечивает большую устойчивость всей живой системе. И как знать, не поведет ли разрушение подобного способа обмена к уменьшению пластичности жизни и ее наследственной стабильности?



Итак, проблема замены биосферы техносферой далеко не так проста, как может показаться на первый взгляд. Вступая на путь ограничения нормальных функций биосферы, следует учитывать не только уже сейчас очевидную опасность, но и те, пока еще «подводные» рифы, которые будут обнаруживаться по мере активизации нашей преобразовательской деятельности. Мы еще только подходим к изучению биосферы как целостной системы. Чем больше мы ее изучаем, тем сложнее она оказывается в действительности. Следовательно, нужно очень осторожно относиться к различным модным, звучащим революционно, проектам «ре-

¹ N. D. Zinder, J. Lederberg. Genetic exchange in Salmonella. J. Bacteriol., v. 64, 1952, 679.

конструкции природы», «планирования природы» и т. д. Мы перестраиваем природу и будем ее перестраивать, но нужно это делать разумно, учитывая основные принципы ее организации.

Нет смысла обсуждать модель создания техносферы, существующей параллельно с биосферой, но от нее совершенно независимой: подобная модель так же мало реальна, как и модель полной замены биосферы техносферой. Остается, собственно, лишь одна возможность — сознательное включение техносферы в биосферу. Г. Ф. Хильми в уже цитированной книге называет такой «симбиоз» природы и техники биотехносферой. Биотехносфера включает физическую среду, живые организмы и технические устройства, в частности крупномасштабные сооружения, преобразующие атмосферу, гидросферу и литосферу Земли. Нам, для обозначения того же понятия, кажется более удачным термин В. И. Вернадского — ноосфера, или сфера разума. Под ноосферой подразумевается область биосферы, контролируемая разумной деятельностью человека. Она объединяет искусственные биоценозы и технические устройства разного типа.

Цель и метод управления

Для того чтобы сознательно управлять какой-либо системой, нужно, во-первых, знать ее устройство и, во-вторых, ясно представлять себе цель управления. Особенности организации жизни мы узнаем разными способами. Это и изучение биологических явлений на разных уровнях — от молекулярного до биосферного, и познание закономерностей эволюции органического мира, это и беспристрастный анализ последствий влияния человеческой деятельности на живую природу.

Значительно сложнее обстоит дело с вопросом о цели управления. Казалось бы, в чем здесь сложность? Человек, как «хозяин» природы, стремится извлечь из своего «хозяйства» максимальную пользу, сделать богатства природы источником соб-

ственного богатства и процветания. Но однозначно ли понятие «процветание человечества»? Оказывается, на этот счет существуют разные точки зрения. Некоторые ученые считают, что «рай» на земле наступит тогда, когда вся ее поверхность будет превращена в сплошную пашню, занятую высокоурожайными культурами. По их расчетам, при этих условиях Земля способна будет прокормить около 100 млрд человек. Можно ли, однако, рассматривать сплошную пашню как идеал, к которому следует стремиться? Ясно, что нет. Превращение биосферы в малокомпонентную систему полностью нарушило бы ее способность к саморегуляции, подорвало бы ее устойчивость.

Необходимой предпосылкой к процветанию человечества является, на наш взгляд, осознание им себя не только субъектом, но и объектом живой природы. До каких бы высот ни поднималась человеческая мысль, человеку никуда не уйти от своей биологической сущности. А это значит, что социальный прогресс возможен лишь как частный момент общего прогресса жизни на нашей планете¹. Важно, чтобы человеческая деятельность не противопоставлялась живой природе, а продолжала ее развитие на новом уровне. Для этого необходимо прежде всего охранять циклическую структуру жизни, то есть не засорять биосферу веществами, не могущими быть использованными живыми организмами. Непрерывное расширение производства за счет использования минеральных богатств Земли возможно лишь при условии создания не возмущающего биосферу круговорота минеральных элементов. Иначе говоря, человек должен постоянно пользоваться своей способностью не только сози-

дать что-то новое, но и полностью обезвреживать побочные явления своей созидательной деятельности. Управление биосферой — это прежде всего процесс непрерывного исправления возникающих под влиянием человеческой деятельности нарушений в биотическом круговороте. В силу ограниченности наших знаний об организации жизни, мы не можем раз и навсегда безошибочно спроектировать будущую идеальную природу (да и сам идеал несомненно будет изменяться!). Однако мы способны анализировать уже допущенные ошибки и своевременно их исправлять. Такова консервативная сторона проблемы управления живой природой.

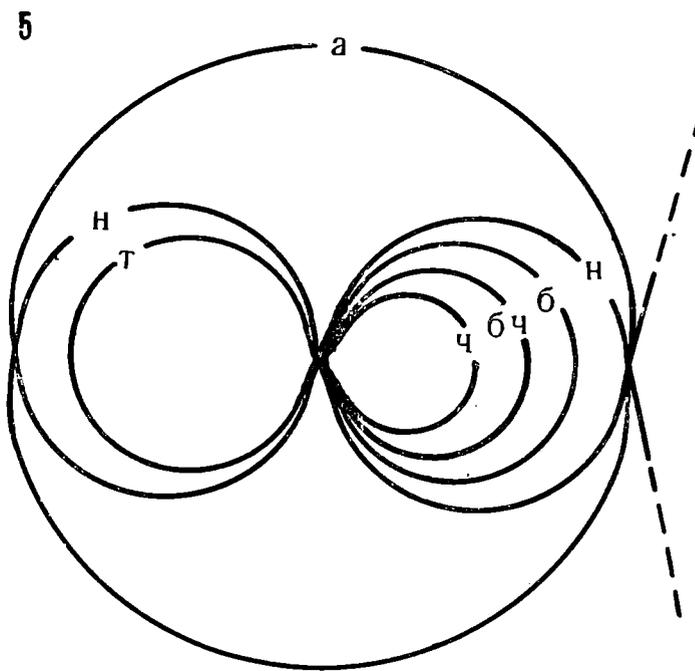
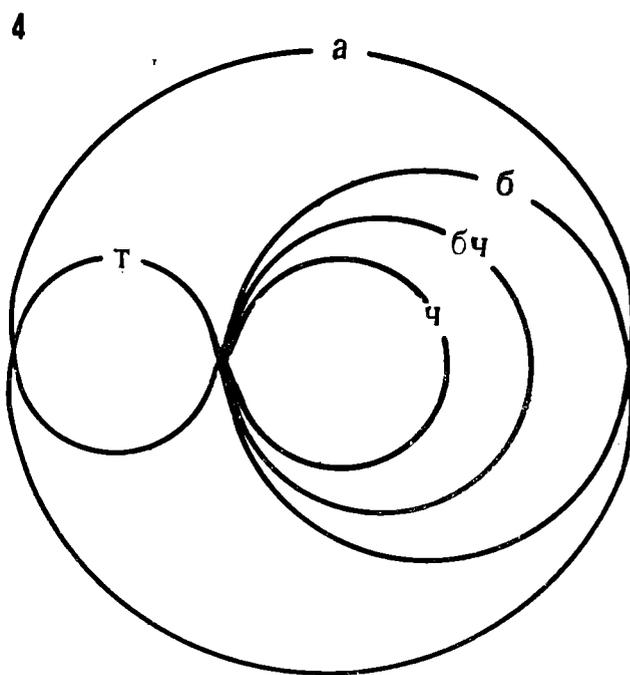
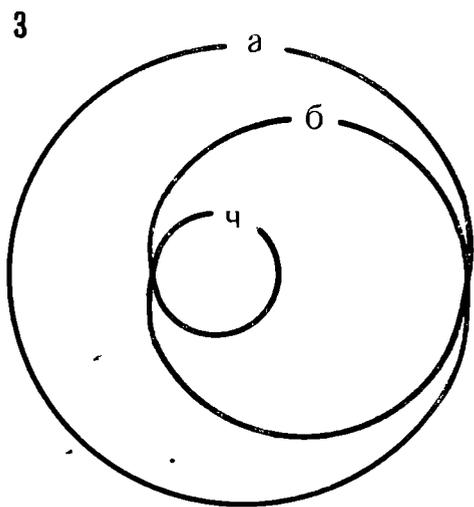
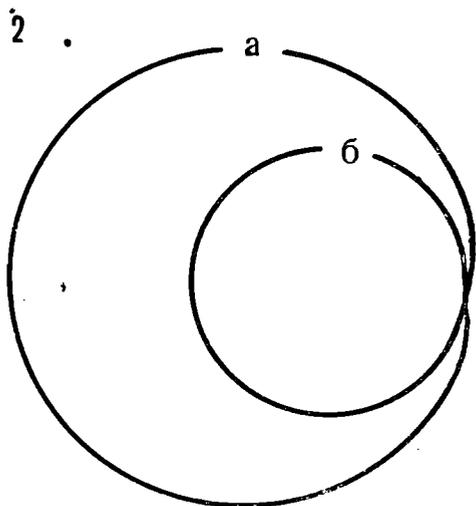
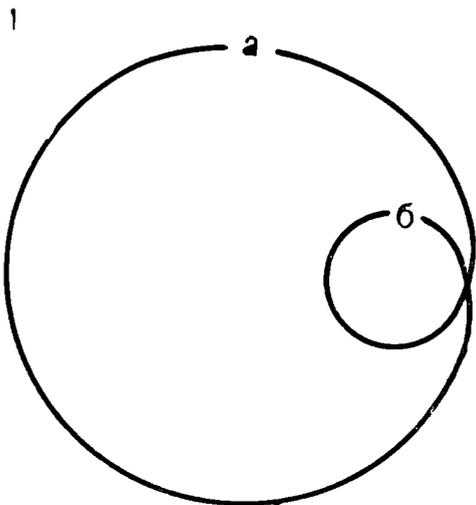
Есть и активная. Она заключается в увеличении многообразия форм жизни путем создания в части биосферы, контролируемой человеком (в ноосфере), новых видов растений, животных, микроорганизмов. Они будут не только служить источником пищи, кислорода и сырья для промышленности, но и помогать человеку еще более активно осваивать неживую природу. Работа в этом направлении позволит глубже проникнуть в тайны жизни и, в конечном счете, приведет к созданию принципиально новых живых механизмов, эффективно перерабатывающих энергию, вещество и информацию, поступающие из неорганической природы. С помощью подобных механизмов человек научится лучше понимать структуру жизни, а природа, со своей стороны, приобретет способность к своеобразному «пониманию» целей и устремлений человека. Противостоящий конфликт социального и биологического уступит место естественной гармонии.

Пути управления живой природой

Уже сейчас следует начать разработку проблемы оптимальных отношений между человеком и биосферой. Нужно установить ту границу, за которую человек не должен заходить в своем наступлении на живую природу, если мы намерены не разрушать ее,

Стадии развития биосферы. 1 — в большом абиотическом круговороте веществ (а) возник биотический круговорот — биосфера (б); 2 — по мере развития жизни биосфера расширяется; 3 — в биосфере появилось человеческое общество (в); 4 — человеческое общество стало поглощать вещество и энергию не только через биосферу, но и непосредственно из абиотической среды (техносфера (г)); последняя включает, неживого еще больше усложнились; взаимодействуют: неживое (а), совокупность диких биоценозов (б) и ноосфера (в); последняя включает, кроме человеческого общества, искусственные биоценозы (бв) и техносферу (г); 5 — биосфера стала вполне управляемой, т. е. полностью превратилась в ноосферу

¹ Рассматривая человеческое общество как составную часть биотического круговорота, мы должны прийти к неизбежному выводу о том, что рост населения на нашей планете не может быть безграничным (подробнее об этом см. в статье В. В. Покшишевского, «Природа», 1967, № 1). Против угрозы голода от недостатка продуктов питания нужно, следовательно, бороться не путем распахивания всей поверхности Земли, а с помощью социальных методов сознательного регулирования численности людей. Как показывает опыт ряда высокоразвитых стран, этот путь вполне реален.



а способствовать развитию и процветанию.

В нашей стране начало работы положено законами об охране природы. Эта охрана должна быть активной.

«Нам нужен лес. Нужен как источник сырья, как регулятор питания рек, наконец, как элемент ландшафта. Однако из этого не следует, что надлежит сохранять всякий лес в его натуральном состоянии — с болотами и комарами, с преобладанием малоценных пород деревьев. Используя и восстанавливая лес, надо добиваться его преобразования в такое состояние, которое наиболее полным образом отвечает интересам общества. Нельзя мириться с существованием пустынь или заботиться о сохранении вечной мерзлоты»¹.

Следует повышать производительность искусственных биоценозов, биологическую продуктивность водоемов, регулировать рыбный промысел и т. д.

Весьма важным является переход промышленности к технологии без вредных выбросов, создание беструбных и бессточных заводов. В большинстве случаев это не только реальный, но и выгодный путь. Для будущего, имея в виду управление биосферой, это единственно возможный путь.

Пока беструбное и бессточное производство полностью не налажено, недостаточно очищенные стоки заводов и фабрик, прежде чем поступать в открытую природу, должны непременно проходить биологическую доочистку с помощью микроорганизмов, разрушающих ядовитые органические отходы промышленности.

Доказана² способность некоторых микроорганизмов (бактерий, грибов, актиномицетов) использовать стойкие органические вещества и даже ан-

¹ Е. К. Федоров. Некоторые проблемы развития наук о Земле. Сб. «Взаимодействие наук при изучении Земли». Изд-во «Наука», 1954.

² В. О. Таусон. Разрушение микроорганизмами химически устойчивых соединений. «Микробиология», т. I, 1932, вып. I, стр. 87; Ц. И. Роговская. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. Стройиздат, 1967.

тисептики, в качестве единственных источников углерода и энергии. Эта способность низших организмов, по видимому, может быть значительно усилена методами генетики и селекции.

Некоторые организмы могут и должны быть использованы в качестве концентраторов металлов и, что особенно важно, радиоактивных осадков. Иначе говоря, по мере развития промышленности — процесса, идущего все убыстряющимися темпами — для нейтрализации вредных последствий этого процесса потребуются мобилизация все более разносторонних функций биосферы и, конечно, в первую очередь, функций ее основы — совокупности одноклеточных организмов. Лишь тогда, когда промышленность перейдет на бессточную и беструбную технологию, роль биологической очистки станет второстепенной.

Биологический метод борьбы с токсикантами — один из важных путей, по которому должно идти управление природой. Он обеспечивает и сохранение циклической структуры жизни, и повышение ее многообразия путем выведения новых форм организмов-детоксикаторов.

К проблеме борьбы с загрязнениями воды и воздуха отходами промышленности тесно примыкает проблема предотвращения вредных последствий применения ядохимикатов для уничтожения вредителей сельского хозяйства (инсектициды), сорной растительности (гербициды), водорослей, вызывающих обильное цветение водохранилищ (альгициды) и пр.

В последние годы началась разработка новых, менее опасных и более эффективных способов защиты лесных насаждений и сельскохозяйственных культур¹. Это — выведение иммунных сортов, стимуляция развития и размножения хищников, поедающих вредителей; переход от монокультур к смесям сортов; культиви-

¹ Н. А. Красильников. Ядохимикаты: плюсы и минусы. «Природа», 1966, № 1; И. А. Рубцов. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми. Сельхозгиз, 1948; А. И. Воронцов. Биологические основы защиты леса. М., Изд-во «Высшая школа», 1963.

рование растений, отпугивающих вредителей; выведение штаммов микроорганизмов, поражающих вредных членистоногих; привлечение или отпугивание вредителей специфическими препаратами (аттрактанты, репелленты), ультразвуком, другими физическими методами воздействия; разрушение генетической структуры вредных насекомых¹. Все это требует знания образа жизни вредителей, особенностей их поведения и т. п.

Иначе говоря, в сложном деле защиты урожая от вредных организмов ведущую роль должен играть не химик, а биолог. Лишь биологические методы борьбы (использующие, наряду с другими, и химические средства) позволяют не разрушать естественные комплексы организмов, а преобразовывать их в желательном направлении, что делает биоценозы более многообразными, органически включающими и человеческую практику. Это один из самых важных разделов управления живой природой.

Профилактику загрязнений биосферы отходами промышленности, равным образом как и защиту урожая, можно рассматривать как необходимые охранные мероприятия. Роль подобных мероприятий, естественно, будет возрастать по мере роста промышленности и интенсификации сельского хозяйства. Но в арсенале способов управления живой природой имеются и более активные. Это освоение пустынь и других малопродуктивных районов планеты, повышение производительности уже освоенных районов. По мнению многих ученых, продуктивность уже освоенных сельскохозяйственных районов может быть увеличена в 3—4 раза. Большая роль в повышении рентабельности животноводства и растениеводства принадлежит селекционно-генетическим методам. Н. И. Вавилов² справедливо называл селекцию — управляемой эволюцией культурных орга-

¹ А. С. Серебровский. О новом возможном методе борьбы с вредными насекомыми. «Зоол. журн.», т. 19, 1940, вып. 4; Б. Н. Руква и Шнико в. Генетические методы борьбы с вредными насекомыми. «Генетика», т. IV, 1968, № 6.

² Н. И. Вавилов. Селекция как наука. Избранные произведения. Изд-во «Наука», т. I, 1967.

низмов. К этому же разряду методов относится повышение продуктивности сухопутных и водных биоценозов путем интродукции животных и растений в другие районы с их последующей акклиматизацией.

В основе биотического круговорота лежит жизнедеятельность одноклеточных. Успешное управление живой природой невозможно без тесного сотрудничества с ними. В связи с этим особое значение приобретает развитие микробиологической промышленности, использующей разнообразные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, дрожжи, водоросли, простейшие и пр.) в качестве продуцентов белка и других потребляемых человеком и сельскохозяйственными животными продуктов. Говоря о перспективах производства синтетической пищи с помощью микроорганизмов, Н. Д. Иерусалимский писал: «Вместо современных животноводческих ферм, окруженных обширными пастбищами и угодьями, появятся компактные пищевые комбинаты, перерабатывающие с помощью микроорганизмов древесину, солому и нефтепродукты в искусственные пищевые продукты. Благодаря огромному увеличению потенциальной сырьевой базы и более экономическому расходованию сырьевых ресурсов отпадет необходимость гнаться за расширением посевных площадей и превращать живописные уголки в сплошные пашни и пастбища»¹.

В. А. Энгельгардт² сообщает об успешной работе в нашей стране завода по микробиологическому синтезу белка из углеводов нефти, производящего в сутки около 15 т белка. Это эквивалентно продукции стада коров в 50 тыс. голов. «...Приближается время,— пишет В. А. Энгельгардт,— когда получение пищевых веществ или по крайней мере важнейших из них должно будет с полем перейти в фабричные цехи».

При перечислении главных путей управления природой не были названы какие-то особые приемы. Они и не нужны. Пути управления природой — это реальные дороги, по которым уже давно движется человеческая практика. Теоретическое обобщение результатов этой многогранной практики и будет основой сознательного управления живой природой. При этом каждый хозяйственник, занимающийся использованием природных ресурсов, должен быть в какой-то степени и эволюционистом-экологом.

Для того чтобы регулируемая человеческим трудом и разумом часть биотического круговорота — ноосфера — развивалась относительно независимо от дикой живой природы и при этом не разрушала ее, следует, очевидно, сохранить между ними какие-то вещественные и энергетические связи, попытаться, по крайней мере на первых порах, свести к минимуму связи информационные. Живая природа, как было показано в предыдущей статье, неоднократно пользовалась подобным приемом. Достаточно напомнить, скажем, существенное ограничение информационных связей между морскими и наземными биоценозами при формировании сухопутных флоры и фауны, или почти полное прекращение информационного взаимодействия между организмами в результате расчленения единого заселенного живыми существами материка на отдельные изолированные биогеографические области. Во всех подобных случаях обеспечивалось относительно независимое развитие крупных участков биотического круговорота, а круговорот в целом становился более сложным и многообразным.

Независимости ноосферы от дикой природы можно в принципе достигнуть двумя путями: либо изоляцией ноосферы от естественных биоценозов, либо регулированием отношений между ними с помощью целенаправленной деятельности. Первый путь нереален. Остается путь второй. Поток разнообразия, идущий от дикой природы (например, нашествия насекомых-вредителей или распро-

странение инфекций и эпизоотий), следует парировать не менее разнообразной человеческой деятельностью (биологические методы борьбы с вредителями, повышение иммунных свойств культивируемых организмов и т. п.). С другой стороны, поток информации из регулируемой части биосферы не должен превышать некоторых оптимальных величин. Так, нельзя бездумно засорять биосферу токсическими отходами промышленности, нельзя без всяких ограничений вырубать леса и т. д. В конечном счете целенаправленная человеческая деятельность неизбежно приведет к возникновению ноосферы, информационно более богатой, чем дикая природа. В результате и поток информации, поступающий от ноосферы, станет более разнообразным, чем встречный поток от дикой природы — начнется обогащение информационного содержания диких биоценозов. Человеческое сознание делается фактором прогрессивного развития и дикой природы. Вся биосфера станет ноосферой. Биотический круговорот в целом будет продолжать развиваться в направлении все большего освоения жизнью вещества, энергии и потенциала информации неорганической природы, распространяясь за пределы Земли.

Новым представлениям о сущности жизни как о процессе овладения материальными ресурсами неживой природы должны соответствовать эстетические и моральные принципы человека будущего коммунистического общества. Покончив с эксплуататорами в своей среде, человек должен и сам сойти с пьедестала царя природы, бездумно и часто варварски уничтожающего вокруг себя все живое. Являясь звеном великого круговорота жизни, будучи одарен сознанием, он обязан заботиться и о других звеньях, тем более, что от этой заботы зависит его собственное благополучие, развитие и процветание. Моральные и эстетические принципы, лежащие в основе управления природой, становятся и принципами сохранения высших материальных и духовных ценностей человеческой культуры!

¹ Н. Д. Иерусалимский. Биологический синтез и проблема питания человечества. «Природа», 1967, № 9, стр. 25.

² В. А. Энгельгардт. На пути к познанию природы жизни. «Наука и жизнь», № 1, 1968, стр. 12.

Душистые вещества

Л. М. Шулов

Кандидат химических наук
Москва



Леонид Маркович Шулов заведует отделом во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтетических и натуральных душистых веществ. Автор ряда научных работ в области химии душистых веществ.

Среди диковинных заморских товаров, которые когда-то привозили купцы из своих далеких путешествий, пожалуй, самыми ценными были различные благовония, смолы, бальзамы, экзотические масла. На протяжении веков были окружены легендами амбра, санталовое масло, мускус.

Искусство парфюмерии, зародившееся на Востоке, через Грецию проникло в Рим, где достигло необычайного расцвета благодаря широкому применению благовонных масел. С ростом цивилизации применение душистых веществ все более расширялось и постепенно стало повсеместным. Одновременно совершенствовалось и искусство парфюмерии. Сейчас, пожалуй, трудно найти на земном шаре уголок, где бы в той или иной степени не использовались душистые вещества.

Природа и химия

Ныне известно более 3 млн органических соединений. Из них примерно 400 тыс. имеют сравнительно отчетливый запах. Однако лишь небольшая часть пахучих веществ относится к так называемым душистым веществам — соединениям, которые обладают характерным, часто приятным запахом и находят применение в парфюмерии или пищевой промышленности.

Долгие годы «фабрики запахов» использовали только натуральные продукты — эфирные масла, смолы, бальзамы, мускус, амбру, сухое растительное сырье (гвоздику, корицу,

ваниль, дубовый мох). С развитием парфюмерии натуральные источники уже не в состоянии были удовлетворить возросшие потребности (известно, например, что для получения 1 кг розового масла необходимо переработать 1—3 т лепестков розы). Все большее значение стали приобретать синтетические душистые вещества, в производстве которых сделан гигантский скачок.

Всего около 100 лет отделяют нас от того времени, когда в лабораториях ученых душистые вещества были впервые получены искусственным путем. А сейчас только наша отечественная промышленность выпускает в год более 3 тыс. т синтетических душистых веществ 150 наименований. Используя это ароматное сырье, лишь две фабрики Советского Союза — «Новая Заря» и «Свобода» — вырабатывают в сутки около 1 млн косметических изделий и более 400 тыс. флаконов духов и одеколona. Рынок парфюмерно-косметической продукции с каждым годом все увеличивается.

К настоящему времени разработаны методы синтеза почти всех душистых веществ, добывавшихся ранее из природного сырья, и создан ряд новых, не найденных в природе: фоллон с запахом листьев фиалки, жасмиальдегид с запахом жасмина, гидроксцитронеллаль с запахом липы и ландыша и др. Из химического, а не из природного сырья получают теперь ментол с запахом перечной мяты, цитраль, пахнущий лимоном, известный всем ванилин, ирон с неж-

ным ароматом цветов фиалки и многие другие.

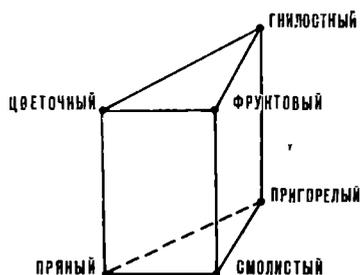
На вес золота во все времена ценились такие продукты, как амбра, мускус, санталовое масло. Сейчас промышленность многих стран (в том числе и отечественная, которой, кстати, принадлежат многие крупные достижения в этой области) производит в большом количестве синтетические душистые вещества с запахом амбры, санталового дерева и мускуса. Любопытно, что структура некоторых из этих веществ не имеет ничего общего с природными продуктами, тогда как их запах иногда гораздо сильнее, чем у продуктов натурального происхождения.

Среди синтетических душистых веществ имеются представители самых различных химических классов: спирты, эфиры, альдегиды и др.

Классификация запахов

Характер и силу запаха, увы, пока еще не удается подвергнуть измерению или вообще объективной оценке. Вместо точных цифровых данных, которыми мы пользуемся для характеристики света, звука и цвета, в данном случае приходится оперировать весьма неопределенными субъективными понятиями: запах зелени, цветочный запах и т. п.

Исходя из чисто эмоционального восприятия, можно говорить о приятных, безразличных и неприятных запахах. Четкого, научно обоснованного разграничения веществ по запаху не существует, хотя в разное время предлагалось несколько вариантов таких классификаций. В Японии давно известна классификация Каибары, которая делит запах на пять видов: благоуханные, животные, пригорелые, запахи сырого мяса и рыбы, земли и гнили. Одна из самых старых классификаций (Линней, 1756) предусматривала семь классов: ароматические, бальзамические, амбро-мускусные, каприловые («козловые»), чесночные, дурманящие и смердящие, а одна из более поздних (Цвардемакер, 1914) — девять классов.



В другой классификации (Хеннинг, 1924) использована трехгранная призма, вершины которой соответствуют шести основным запахам. Для всех пахучих веществ, запах которых является, по мнению автора, сочетанием этих основных запахов, можно найти определенные точки на плоскостях, ребрах или внутри призмы. Следует упомянуть о классификации (Крокер, Хендерсон, 1927, 1947), в которой запах выражается набором цифр. При этом в основу взяты четыре основных запаха (ароматный, кислый, горелый и каприловый), якобы воспринимаемых четырьмя видами рецепторов. Тогда любой запах выражается набором цифр (от 0000 до 8888) в зависимости от интенсивности в запахе данного вещества каждой из четырех первооснов запаха (от 0 — запах отсутствует, до 8 — сильный запах). Например, авторы в соответствии с этой классификацией выражают запах ванилина числом 6113, цитраля — 7733, розы — 6423 и т. д. Была сделана даже попытка разделения запахов по шкале нот, причем запах паучей соответствовал самой низкой ноте, а запах цветка — самой высокой. Общій недостаток названных и других подобных систем — полная субъективность оценки при отнесении пахучих веществ к тем или иным классам. Вполне вероятно, что основная причина неудач всех описанных классификаций — ошибочное предположение о небольшом числе первичных запахов.

Примитивные организмы (мелкие насекомые) воспринимают только один первичный запах, например запах полового аттрактанта. Пчела с более развитой обонятельной способностью воспринимает 6—10 первичных запахов и поэтому различает сотни

видов цветов (сотни различных комбинаций первичных запахов)¹. У собак и других животных число первичных запахов составляет, вероятно, 25—35, что обеспечивает способность различать миллионы запахов.

Обоняние и теории восприятия запаха

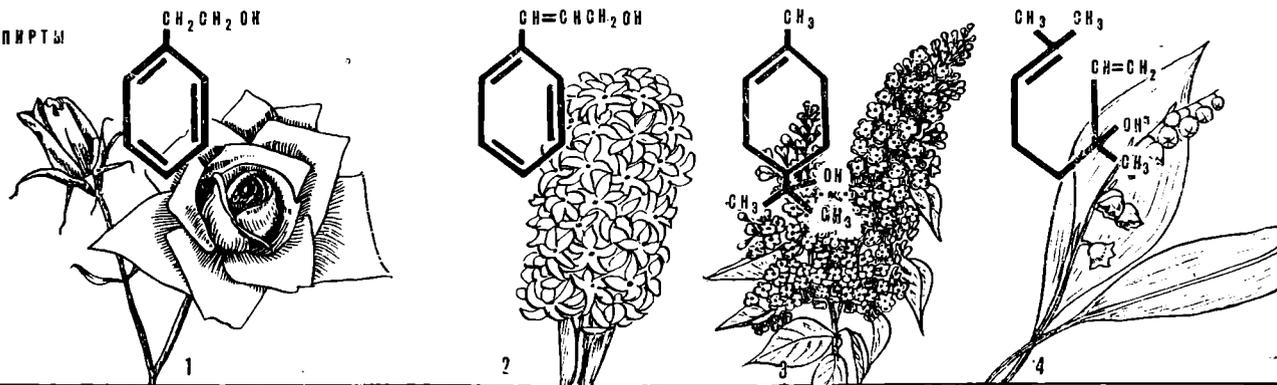
У животных обоняние играет важную роль, так как с его помощью распознаются особи противоположного пола, воспринимается запах пищи, оно же сигнализирует о присутствии врагов. У людей обоняние не играет столь существенной роли, однако по сравнению, например, со вкусом оно намного острее и тоньше.

Человек ощущает запах небольшим (около 5 см²) участком слизистой оболочки, находящимся в области верхних носовых ходов. Этот участок, образованный обонятельным эпителием, покрыт тонким слоем особой жидкости. Обонятельные клетки эпителия имеют форму веретена с двумя отростками. Одни отростки (периферические) доходят до поверхности слизистой оболочки и заканчиваются булавовидными утолщениями, несущими 6—8 ресничек диаметром 0,1 мк и длиной от 1 до 2 мк. Другие отростки (центральные), объединяющиеся в пучки тонких волокон диаметром 0,2 мк (до нескольких тысяч нервных волокон в пучке), соединяют обонятельные клетки эпителия с обонятельными луковицами головного мозга. Пахучие вещества должны в какой-то степени растворяться в жидкости, покрывающей обонятельный эпителий, и в липоидах, входящих в состав клеток.

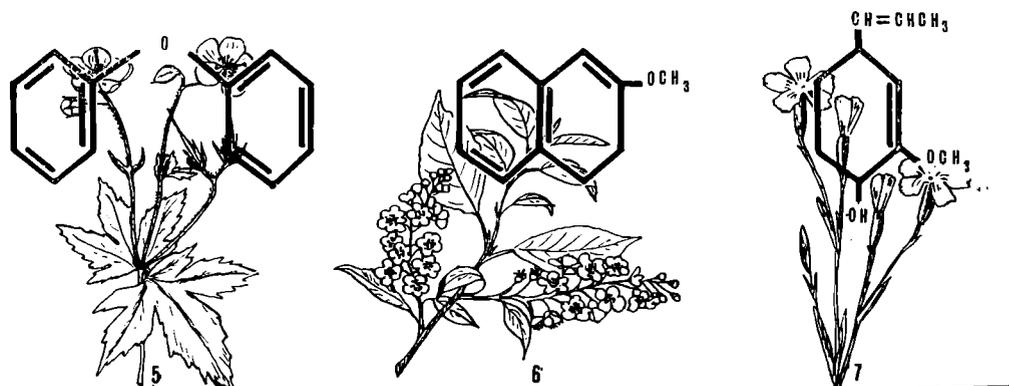
Для чувствительности обонятельных органов характерен порог обоняния — минимальная воспринимаемая концентрация пахучего вещества. Ряд животных организмов имеет чрезвычайно высокую «обонятельную» чувствительность. Так установлено, что лососи, направляясь к нерестилищам, ориентируются по «запаху» родной реки; «дымные» жуки летят на запах дыма за десятки километров;

¹ Количество различаемых запахов равняется 2ⁿ, где n — число первичных запахов.

СПИРТЫ



ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ



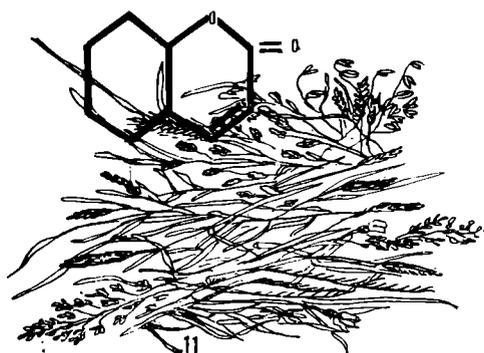
СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ



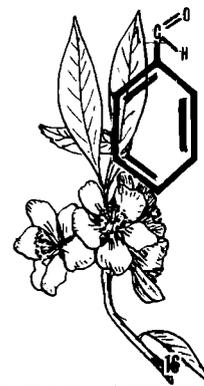
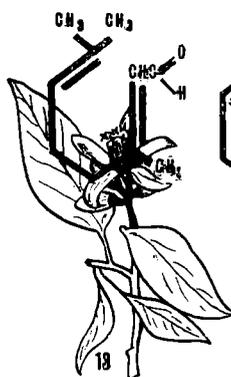
Отечественная промышленность выпускает около 150 разнообразных по западу душистых веществ. Приводим химическую структуру некоторых из них с указанием запаха: 1 — фенилэтиловый спирт (роза); 2 — коричный спирт (гяацинт); 3 — герпинеол (сирень); 4 — линалоол (ландыш); 5 — дифенилоксид (герань); 6 — яра-яра (черемуха); 7 — изозегнол (гвоздика); 8 — бензилацетат (жасмин); 9 — изоамилацетат (груша); 10 — метилантранилат (цветы апельсинового дерева); 11 — пумарин (свежее сено); 12 — пентадеканолд (мускус); 13 — цитраль (лимон); 14 — обепин (боярышник); 15 — ва-

нилин (ваниль); 16 — бензальдегид (горький миндаль); 17 — цикламенальдегид (цикламен); 18 — ионон (фиалка); 19 — дигидрожасмон (жасмин)

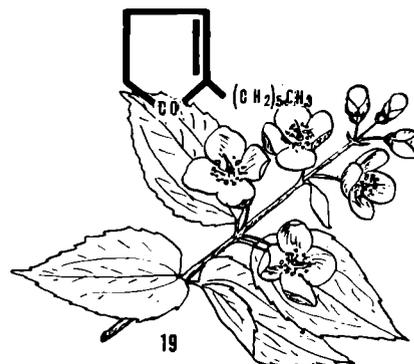
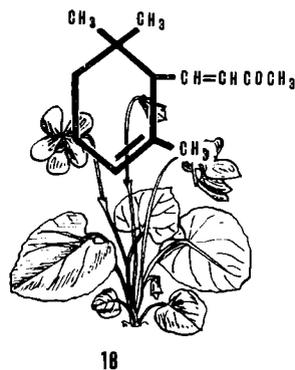
ЛАКТОНЫ



АЛЬДЕГИДЫ



КЕТОНЫ



ничтожное количество полового аттрактанта бомбикола ($1 \cdot 10^{-18}$ г в одном кубическом сантиметре петролейного эфира) вызывает возбуждение самцов шелкопряда; охотничьи собаки находят дичь на расстоянии до 1 км. Определены пороговые концентрации многих пахучих веществ для человека; в ряде случаев они (в мг/л) весьма незначительны: бензол — $5,3 \cdot 10^{-3}$, ванилин — $5 \cdot 10^{-7}$, этилмеркаптан — $4,4 \cdot 10^{-8}$, тринитробутилтолуол — $5 \cdot 10^{-9}$.

Часто при воздействии определенного запаха через некоторое время наступает невосприимчивость к нему, и запах перестает ощущаться (кумарин — через 1—2 мин., цитраль — через 7—8 мин.). При этом сохраняется способность воспринимать другие запахи. У некоторых людей наблюдается так называемая anosmia, т. е. неспособность ощущать или различать те или иные запахи; в ряде случаев anosmia бывает врожденной, иногда — это следствие перене-

сенной болезни (заболевания носа, грипп и т. п.).

Смешение запахов ряда веществ часто приводит к их слиянию, т. е. к появлению нового запаха, а иногда — к взаимной компенсации и уничтожению. Так, при определенных количественных соотношениях смеси анетола и капроновой кислоты, цитрала и пинена, бензилацетата и цитрала приобретают абсолютно новый, своеобразный характер. С другой сто-

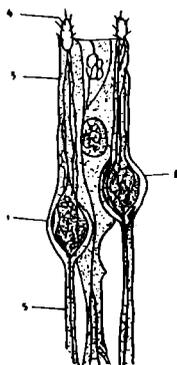
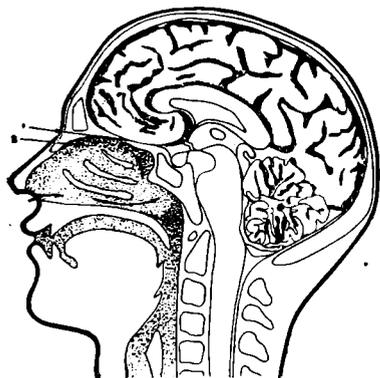


Схема строения органа обоняния у человека (слева): 1 — обонятельная луковица мозга; 2 — обонятельные раковины. Строение обонятельного эпителия (справа): 1 и 2 — тела обонятельных клеток; 3 — периферический отросток обонятельной клетки; 4 — булавовидное утолщение периферического отростка; 5 — центральный отросток обонятельной клетки

роны, можно подобрать такие соотношения скатола и пиридина, иодоформа и перуанского бальзама, терпинеола и валериановой кислоты, что их смеси вообще будут лишены запаха.

Как возникает ощущение запаха? На этот счет существует несколько различных гипотез, как физических, так и химических. Однако ни одна из них не претендует на полную достоверность, поэтому относиться к ним следует весьма осторожно, в лучшем случае, как к более или менее удачным гипотезам.

Некоторые авторы полагают, что ощущение запаха вызывается колебательными движениями молекул. В свое время был описан и широко разрекламирован опыт с пчелами, которые якобы находили мед, помещенный в сосуд с окошком, пропускавшим инфракрасные лучи. Но тщательная проверка этого эксперимента другими исследователями дала отрицательные результаты.

Авторы других гипотез считают, что душистые вещества адсорбируются обонятельным эпителием; выделяющаяся при этом энергия преобразуется в электрические импульсы, которые далее передаются в мозг, вызывая ощущение запаха.

Химические теории связывают процесс обоняния с реакциями, которые протекают в эпителии между пахучими веществами и обонятельными рецепторами. Эти реакции определяются в основном структурой пахучих веществ. Предполагают также, что на поверхности обонятельных клеток

имеются особые участки — так называемые осморцепторы, каждый из которых воспринимает только определенное пахучее вещество. При этом раздражение обонятельного нерва вызывается реакцией осморцептора с осмофорной группой пахучего вещества¹. Явление адаптации к запаху какого-то соединения объясняется в этом случае полным насыщением осморцептора, с которым может вступить во взаимодействие осмофор данного вещества.

Широкую известность получила так называемая стереохимическая теория обоняния². Ее авторы пытаются связать запах веществ с формой их молекул, а следовательно, со способностью заполнять определенные «гнезда» на поверхности обонятельных клеток. Выбрано семь первичных запахов (камфарный, острый, эфирный, цветочный, мятный, мускусный и гнилостный), для которых определена форма молекулы (камфарный запах — сфера, мускусный — диск, мятный — клин, эфирный — стержень и т. д.). Вещество, молекула которого воспринимается двумя или более видами рецепторов, обладает сложным запахом. Однако некоторые исследователи (например, Райт) считают, что, располагая всего семью первичными запахами, невозможно объяснить высокую информационную емкость обонятельного аппарата: из семи первичных запахов очень трудно скомбинировать устройство, по эффективности равное носу.

¹ «Осмофоры» — группы атомов, характеризующие то или иное пахучее вещество. Основные осмофорные группы: спиртовая, альдегидная, кетонная, кислотная, сложноефирная, лактонная.

² «Природа», 1965, № 4, стр. 41—45.

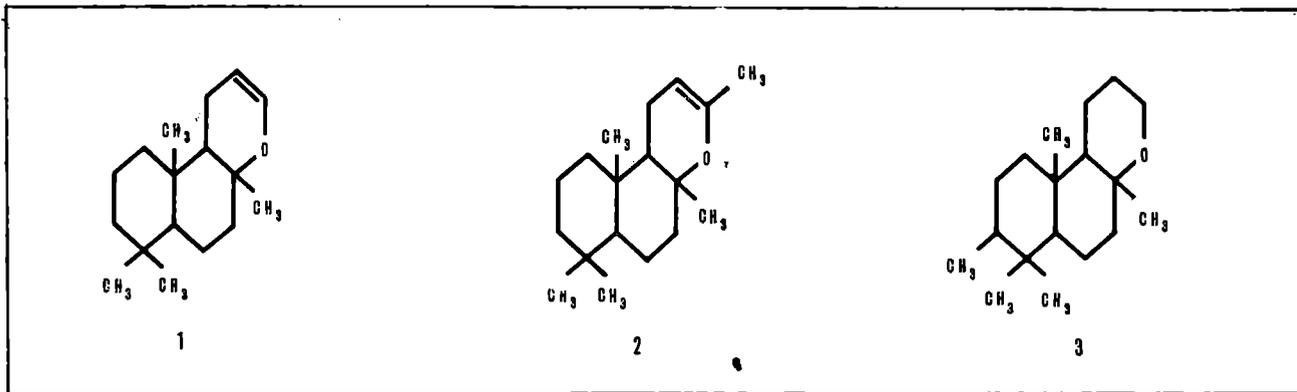
Слабая сторона всех упомянутых теорий — отсутствие серьезной экспериментальной проверки. Остается лишь надеяться, что совместные усилия ученых различных специальностей — физиологов, химиков, физиков и др. — в ближайшие годы приведут к значительному успеху. Возможно, в определенной степени этому будут способствовать работы по моделированию обоняния.

Химическое строение и запах

Несомненно, запах веществ во многом зависит от их строения. Тем не менее все попытки сделать на этой основе какие-то общие выводы наталкивались на большое число исключений, сводивших на нет все предполагаемые общие закономерности. По-видимому, эта проблема сможет получить удовлетворительное решение лишь после выяснения механизма обоняния.

Известно много соединений, обладающих сходным строением, но отличающихся по запаху. Не менее широко известны и соединения, совершенно различные по строению, но обладающие, к полному изумлению исследователей, сходным запахом. Малейшие изменения в структуре приводят к ослаблению или усилению запаха, а иногда — к его исчезновению.

Один из путей, по которому идут исследователи, работающие в области душистых веществ, — тщательное выявление зависимости между строением и запахом в определенных классах органических соединений. Не



менее важен и другой путь — тщательный выбор ограниченного числа наиболее характерных видов запаха и изучение всех соединений, которые обладают этим запахом при различном химическом строении.

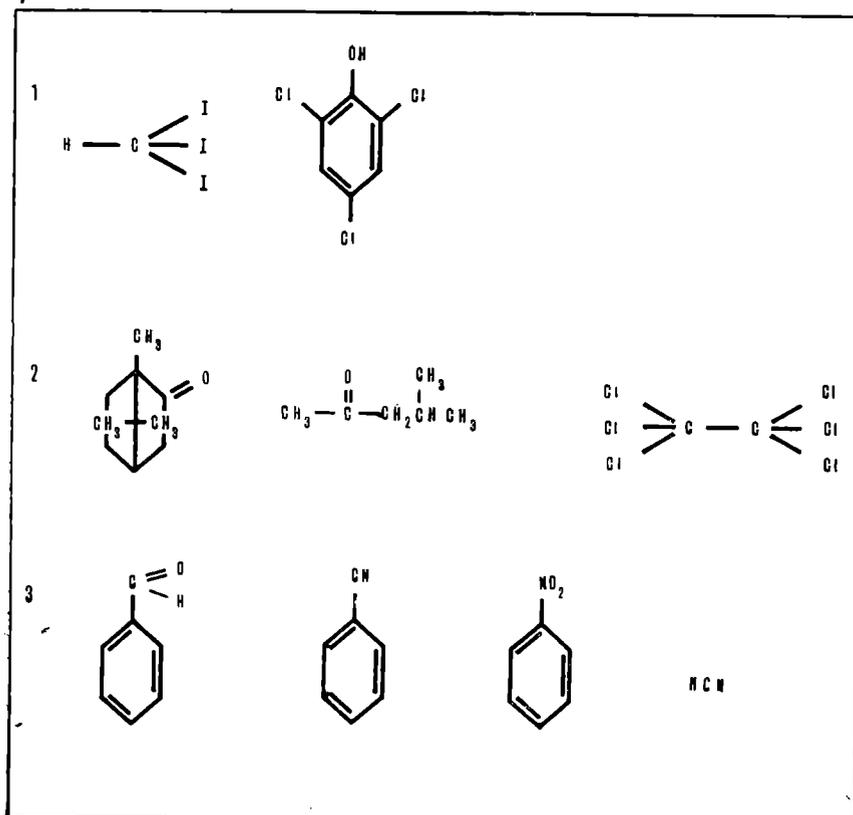
Влияние структурных факторов на запах весьма противоречиво, хотя вполне возможно, что эта противоречивость кажущаяся и вызвана крайне малым набором достоверных фактов (у разных авторов для одних и тех же веществ приводится часто различная характеристика запаха; нередки

также случаи, когда пахучие соединения после тщательной очистки вообще переставали пахнуть).

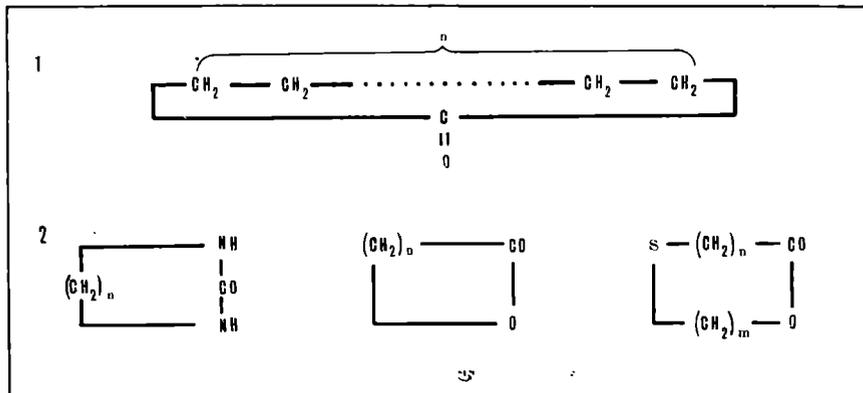
Какие же структурные факторы влияют на запах органических соединений? Основные из них — величина и форма молекулы, наличие и расположение кратных связей, расположение заместителей и их структура, изомерия (в том числе и пространственная).

Наиболее подробно исследованы группы веществ со своеобразным,

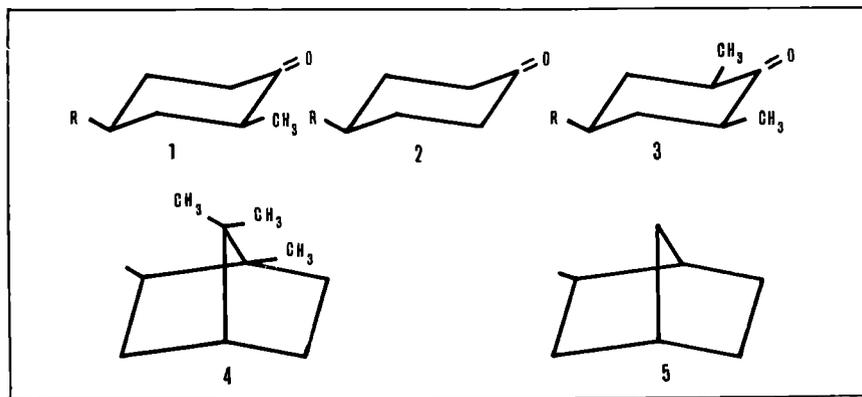
При сходном химическом строении некоторые вещества сильно различаются по запаху: 1 — запах амбры; 2 — без запаха; 3 — сильный фруктовый запах



У этих веществ весьма различное химическое строение. А между тем они очень сходны по запаху: 1 — различные по структуре иодоформ и трихлорфенол обладают одним и тем же запахом иодоформа; 2 — несравнимы структуры камфары, метиллизобутилкетона и гексахлорэтана с присущим им всем камфарным запахом; 3 — запах горького миндаля присущ различным по строению бензальдегиду, бензонитрилу, нитробензолу и синильной кислоте



Мускусный запах часто обусловлен величиной молекулы вещества. Макроциклические кетоны, содержащие 10—12 атомов углерода ($n = 9-11$), имеют камфарный запах, но при $n = 12$ меняют его на кедровый, а при $n = 13-17$ — на мускусный. Если и дальше увеличивать число атомов углерода, запах будет ослабевать и затем исчезнет (1). В некоторых макроциклических соединениях с мускусным запахом одна из CH_2 -групп может быть заменена гетероатомом (азот, кислород, сера), но запах мускуса сохранится (2)



Влияние величины молекулы на запах мускуса можно наблюдать и у терпеноциклогексанонов. Кетон с 17 атомами углерода (1) интенсивно пахнет мускусом. Его низший гомолог с 16 атомами углерода (2) и высший гомолог с 18 атомами углерода (3) обладают слабым запахом. Замена изоборнильного радикала R (4) в кетонах более легким норборнильным радикалом (5) придает веществу запах свежей зелени (изоборнильный радикал имеет бициклическую структуру с мостиком и тремя метильными CH_3 -группами, которых нет у его «меньшего брата» — норборнильного радикала)

так называемым мускусным запахом. Постараемся показать влияние названных факторов на примере этих соединений.

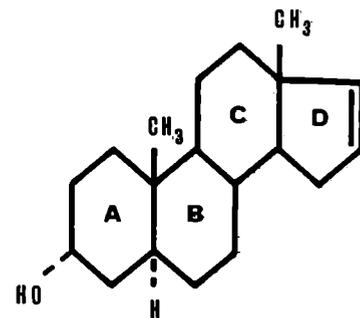
Запах мускусных препаратов, а также способность этих веществ «облагораживать» и фиксировать композиции запахов обусловили их широкое использование в парфюмерии. Кроме того, мускусный запах в ряде случаев оказывает определенное физиологическое воздействие на организм человека (рассказывают, например, что кардинал Ришелье не мог работать, если в его кабинете не пахло мускусом). Долгие годы единственным источником веществ с мускусным запахом оставались природные продукты животного и растительного происхождения. Носители мускусного запаха были выделены и исследованы только в нашем столетии. Разгадка строения этих соединений, а затем их синтез рассматривались в свое время как одно из крупных достижений органической химии.

Синтезом соединений с мускусным запахом занимались многие извест-

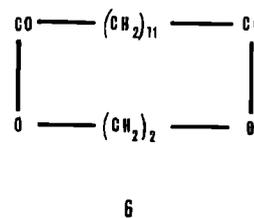
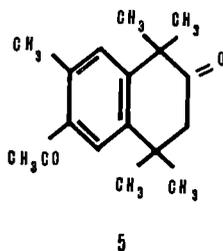
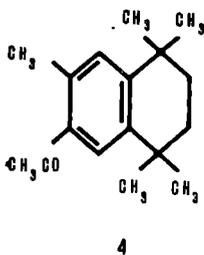
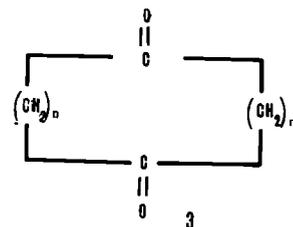
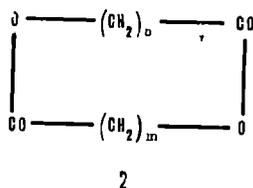
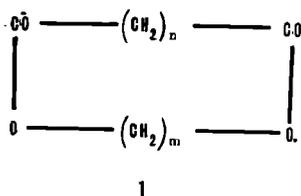
ные химики: Л. Ружичка, А. Е. Чичибабин, В. М. Родионов, В. Н. Белов. Их исследования привели к разработке синтетических методов получения ценных мускусных соединений, позволивших создать целую серию искусственных веществ с мускусным запахом.

Среди таких соединений встречаются представители различных химических классов: макроциклические соединения (кетоны, лактоны, эфиры, содержащие замкнутый цикл из метиленовых групп $-\text{CH}_2-$); соединения ароматического ряда (производные бензола, индана и тетралина); терпеноциклогексаноны, в которых терпеновый радикал соединен с шестичленным циклом из CH_2 -групп; стероиды и некоторые другие.

Большое значение для появления мускусного запаха имеет величина молекулы. Существенное влияние оказывает число функциональных групп в молекуле: обычно присутствие двух таких групп ослабляет запах. Играет роль, хотя и не всегда, наличие двойной связи — у макро-

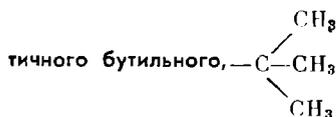


Среди соединений с мускусным запахом есть и представители класса стероидов, близких по своему строению к половым гормонам. Сужение шестичленного или расширение пятичленного кольца D до шестичленного сопровождается ослаблением мускусного запаха и даже его исчезновением

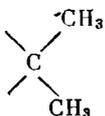


циклических мускусов, например, двойная связь усиливает запах, а на стероидные мускусы не оказывает влияния.

Решающим для запаха того или иного вещества часто служит характер заместителей, в частности алкильных. У соединений мускусного типа это влияние можно проследить на многих примерах, в частности на примере индановых мускусов. Введение разветвленного заместителя, особенно тре-



Надо сказать, что разветвление цепи атомов углерода вообще имеет большое значение в химии душистых веществ. Есть немало примеров, на которых можно показать, как введение гем-диметильной группировки



в корне меняет запах соединения. Этот интересный факт прослежен и на соединениях мускусного типа.

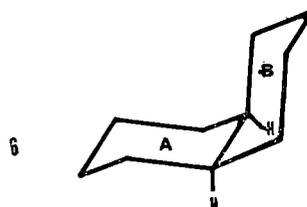
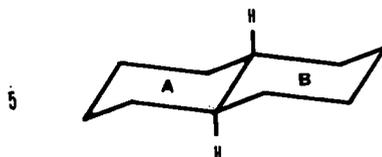
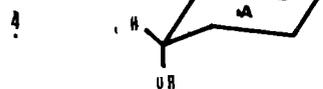
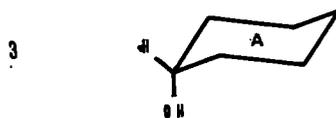
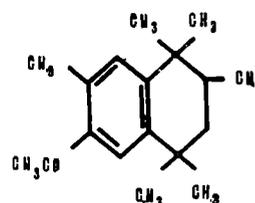
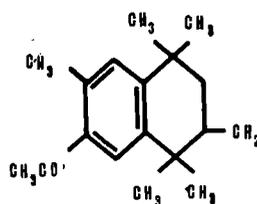
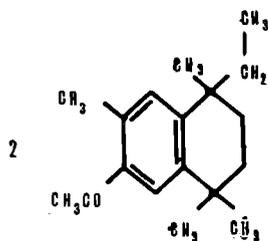
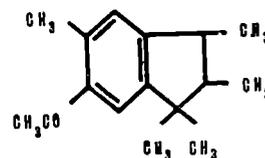
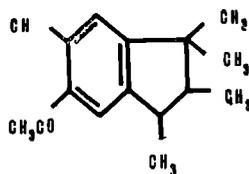
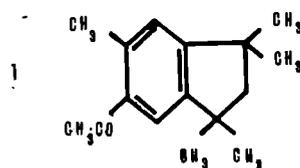
Любопытна и такая особенность, как пространственное экранирование функциональной группы. Если в молекуле вещества рядом с функциональной группой присутствует объемистый алкильный заместитель, который экранирует, как бы заслоняет собой функциональную группу, то такие соединения меньше пахнут или вообще теряют запах.

Все эти данные о зависимости мускусного запаха от строения вещества хотя и убедительны, но отнюдь не исчерпывающи. Более того, иногда они столь противоречивы, что делать какие-либо общие заключения пока еще весьма преждевременно.



Тысячи ароматов дарят нам природа и химия, но вместе с ними возникают сотни проблем, трудностей, загадок. Множество сложных вопросов стоит перед учеными, работающими

На силу мускусного запаха часто влияет число функциональных групп. Среди соединений с двумя кето-группами ($>C=O$) диэфирные (1) характерны слабым мускусным запахом, дилактоны (2) — тоже слабым, но слегка сладковатым запахом, а дикетоны (3) вовсе не имеют запаха. Введение второй карбонильной группы «убивает» мускусный запах у производных тетралина; 4 — мускусный запах; 5 — без запаха. Но некоторые соединения, например этиленбрасилат (6) с теми же двумя функциональными группами, приобретают сильный мускусный запах



Мускусный запах во многом зависит от изомерии. Так, из трех изомерных индановых соединений с четырьмя метильными группами (1) первое и второе — со слабым запахом, а третье вообще лишено его. То же самое наблюдается и у тетраминовых мускусов (2); первый кетон со слабым, второй — с более сильным и третий — с интенсивным запахом. Влияние пространственной изомерии легко проследить на примере стероидных мускусов. В кольце А этих соединений (см. рис. на стр. 44), имеющем форму «кресла», аксиальное расположение ОН-группы (3) вызывает сильный запах, а

эквиаториальное (4) — слабый. Имеет значение и тип сочленения колец А и В. Оказалось, что изомеры с транс-сочленением (5) обладают более интенсивным мускусным запахом, чем соответствующие изомеры с цис-сочленением (6)

в этой области: классификация запахов и природа обоняния, синтез новых душистых веществ и моделирование обоняния, влияние химического строения на запах и создание «искусственного носа»... Прогресс может быть достигнут только совместными усилиями химиков, физиологов, физиков. Наука о запахе ждет своих исследователей.

«Обонятельная слепота»

В. П. Мерков

Москва

Американский ученый Дж. Эмур (Исследовательская лаборатория Департамента сельского хозяйства США) обращает внимание работников науки на желательность самонаблюдений над индивидуальными особенностями распознавания запахов¹.

«Хорошо известно,— пишет Дж. Эмур,— что цветное зрение человека обусловлено системой трех основных цветов. Это позволяет воспроизводить любой цвет: в полиграфии — сочетанием трех типографских красок, в фотографии — комбинированием трех эмульсий, в телевидении — с помощью трех светящихся составов (фосфоров). Отклонения от нормы в составных частях системы зрения у человека вызывают один из видов цветной слепоты: красную (2% людей), зеленую (также 2%) и редкую синюю слепоту, встречающуюся у одного из 50 000 человек.

Однако очень мало известно о том, что нечто аналогичное существует в отношении распознавания запахов. Многие лица, обладающие, казалось бы, нормальным обонянием, замечали, что они не в состоянии различать некоторые запахи. Около 10% людей не ощущают запаха ядовитого цианистого водорода (синильная кислота), напоминающего запах горького миндаля. Один человек из тысячи не замечает меркаптанного запаха, выделяемого скунсом (американская вонючка). Это явление «обонятельной слепоты» названо в науке anosmией и

характеризуется специфической утратой восприятия какого-либо из компонентов, обуславливающих запахов».

О том, что в основе цветного зрения лежат три основных цвета, было известно очень давно. Если до сих пор человечество не подошло практически к аналогичному обобщению в отношении запахов, значит природа их значительно сложнее.

И Эмур далее говорит: «Представляется очень вероятной гипотеза о том, что каждый тип специфической anosмии обусловлен нарушением функции обонятельного восприятия одного из основных (первичных) запахов. Узнав, сколько существует различных типов anosмии, мы получим указание на то, сколько существует основных (первичных) запахов. Эта идея была выдвинута 20 лет назад Марселем Гийо, который отметил 8 типов anosмии. Мои исследования недавно открытой anosмии к изовалериановой кислоте твердо установили, что «плотный» запах является одним из первичных¹. Из этого и других наблюдений очевидно, что список известных первичных запахов далеко не полон.

Научные работники как общественная группа могут легко внести вклад в решение этой давнейшей проблемы. Многие читатели могут припомнить личные наблюдения в связи с аномалиями, которые ретроспективно следует оценить как специфическую anosмию. Вы знаете, например, что у вас великолепное обоняние,

однако необъяснимым образом сталкиваетесь с тем обстоятельством, что какой-то особый запах, явственный для членов вашей семьи и ваших коллег, совершенно не воспринимается вами лично. Это может быть запах цветка, пищевого продукта или химического соединения. Может быть, какой-нибудь запах вы воспринимаете необычным образом, например запах изомасляной кислоты (запах пота) как фруктовый, а запах ананаса — как сернистый. С шуткой отмахнувшись от вашего открытия, вы больше о нем не думаете. Между тем существует вероятность того, что вы специфически anosмичны к этому запаху или классу запахов».

В заключение Дж. Эмур обращается ко всем научным работникам с просьбой сообщать ему о замеченных отклонениях подобного рода, так как информация о них может дать факты, которых недостает для решения проблемы восприятия запахов.

Его запрос адресован точно. Во-первых, в развитых странах профессия работников научного труда — массовая, а значит ответы на запрос могут быть статистически представительными. Во-вторых, по роду деятельности ученые и инженеры больше чем кто-либо способны к объективному самоконтролю и самонаблюдению. Достаточно вспомнить знаменитого химика Дальтона, открывшего на себе дефект зрения, названный впоследствии его именем. Этот дефект существовал столько же, сколько существует человечество, но его не замечали вплоть до XIX в.

¹ «Journ. Chem. Education», 1968, 45, № 3, p. 209.

¹ «Nature», v. 214, 1967, p. 1095.

Постулаты познания Бертрана Рассела и кризис ПОЗИТИВИЗМА

Профессор Г. А. Курсанов



Георгий Алексеевич Курсанов, заведующий кафедрой философии Института общественных наук. Опубликовал более 80 работ по вопросам теории познания и логики, философским проблемам естествознания и критике современных философских и гносеологических теорий.

Развитие научного познания все более ясно и определенно показывает несостоятельность гносеологических принципов философии позитивизма. Поэтому закономерен и знаменателен отход от позитивистских идей крупнейших ученых современности: А. Эйнштейна, Н. Бора, В. Гейзенберга, Л. де Бройля, находившихся под их влиянием — в той или иной степени — в течение длительного времени.

Ко всем этим ученым справедливо могут быть отнесены слова В. И. Ленина, сказанные им о Генрихе Герце. Отмечая, что «идеалистические философы ловят малейшую ошибку, малейшую неясность в выражении у знаменитых естествоиспытателей», Ленин специально подчеркивает, что на самом деле «философское введение Г. Герца к его «Механике» показывает обычную точку зрения естествоиспытателя, напуганного профессорским воем против «метафизики» материализма, но никак не могущего преодолеть стихийного убеждения в реальности внешнего мира»¹.

Все это говорит о силе научного, материалистического понимания природы человеческого познания и о слабости идеалистических концепций и попыток истолкования познавательного процесса.

Процесс научного познания, достигший в современную эпоху столь больших результатов, не мог не ока-

зать влияния и на воззрения многих буржуазных философов. Весьма знаменателен тот факт, что наиболее проницательные представители современной буржуазной философии, связанные с анализом проблем научного познания, не могли не заметить, что гносеологические идеи и принципы идеалистической философии и, прежде всего, неопозитивизма не дают ей возможности выполнить роль «истинной философии науки». На эту роль позитивизм претендовал в течение многих десятилетий. В этом плане позиция Бертрана Рассела, отрицавшего в своих воззрениях противоречия различных позитивистских школ и концепций, нам представляется исключительно характерной.

Как известно, в своем философском развитии Рассел прошел весьма сложную и далеко не во всем ясную эволюцию, в которой, однако, есть своя закономерность: его эволюция — это непрерывный ряд разочарований в различных системах идеализма, так, в частности, и в различных школах и идеях позитивизма.

Для философской и гносеологической позиции Рассела характерно его непрерывное стремление придать новую форму тем или иным позитивистским идеям, дать им новое обоснование, попытаться вообще сохранить их перед лицом реального процесса познания мира, спасти от критики материалистической философии. Так, он один из первых, если не первый, придал позитивизму логическую форму и логический аспект, тем са-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 301.

мым выводом его из узких рамок субъективистского эмпиризма. Далее, стремясь придать различным позитивистским идеям подобие единства, он развивает концепцию нейтрально-го монизма, прикрывая им различные идеалистические термины и старого и нового позитивизма. В целях обоснования положений общей семантики о различных уровнях абстракции и обозначений он использует свою теорию типов, созданную для разрешения парадоксов теории множеств. Наконец, он неоднократно пытался спасти позитивизм от упреков в солипсизме, прикрывая последний рассуждениями о функции субъекта в познании и т. п. Все это нам представляется знаменательным в особенности потому, что объективно является выражением внутреннего кризиса позитивистских идей, их внутренней неудовлетворительности, которая не может быть скрыта от таких мыслителей, как Рассел. Именно в этом аспекте следует, на наш взгляд, рассматривать постулаты познания, сформулированные этим философом.

Всесторонне рассматривая проблемы познания, Рассел приходит к выводу, что эмпирическое познание субъективно, так как оно основано на ощущениях, восприятии и памяти, а логическое опирается на веру в общие принципы и положения, которые основаны на первичных восприятиях и привычке. Таким образом, в обоих случаях познание оказывается фактически необоснованным, не имеющим фундамента, обеспечивающего его достоверность (или «истинную веру» в него).

Этим объясняется необходимость ввести внеэмпирические и внелогические постулаты, которые должны служить определяющими принципами всего процесса познания. Такие постулаты необходимы, чтобы, как говорит Рассел, индуктивные вероятности стремились к достоверности как пределу. Для этого они должны удовлетворять двум требованиям: во-первых, быть достаточными с логической точки зрения, служить логическим основанием индукции и, во-вторых, быть такими, чтобы выводы из них были более или менее бесспорными для обыденного здра-

вого смысла¹. Свои пять гносеологических принципов, удовлетворяющих этим условиям, Рассел формулирует в работе «Человеческое познание. Его сфера и границы», которую следует рассматривать как логический итог его многолетней деятельности в области разработки основных проблем гносеологии.

Характеризуя эти постулаты, он отмечает, что каждый из них имеет и объективный и субъективный аспекты. Первый аспект выражает наличие определенных фактов и процессов в действительности, второй непосредственно связан с характером нашего познания этих фактов и процессов.

Первый принцип — постулат квазипостоянства. Он гласит: «Если дано какое-либо событие А, то очень часто случается, что в любое близкое время в каком-либо соседнем месте имеется событие, очень сходное с А».

Объективный аспект постулата заключается в наличии реальной, хотя и относительной устойчивости самих вещей и их свойств. Вместе с тем он выражает связь и непрерывность событий, сходных друг с другом. Субъективный аспект состоит не только в «психологической непрерывности», как говорит сам Рассел, но и в его гносеологическом характере как соответствующем требованию к познанию: анализ событий должен выразить их связь, сходные свойства и реальную физическую непрерывность.

Второй принцип — постулат независимых причинных линий: «Часто можно образовать такую последовательность событий, что из одного или двух членов этой последовательности можно вывести что-либо относящееся ко всем другим членам».

И этот постулат имеет под собой определенное объективное основание — «отношение причины и действия». При этом характерно, что Рассел стоит на точке зрения признания

сложности причинного действия и его изменения. В данном постулате он отмечает необходимость научного анализа конкретных видов причинных связей, определенность различных «причинных линий» связи.

Третий принцип — постулат пространственно-временной непрерывности: «Когда имеется причинная связь между двумя событиями, не являющимися смежными, в причинной цепи должны быть такие промежуточные звенья, каждое из которых должно быть смежным со следующим, или же (альтернативно) такие, что получается процесс, непрерывный в математическом смысле».

Рассел при этом замечает, что негативный аспект третьего постулата заключается в отрицании *actio in distans* — действия на расстоянии. В позитивном смысле это означает, что при наличии причинной связи между двумя событиями, не являющимися смежными, в причинной цепи должны быть промежуточные звенья, каждое из которых является смежным со следующим. Объективная непрерывность пространственно-временной связи тесно связывается Расселом с признанием причинной зависимости. Принцип объективности он выражает в комментариях этого постулата и в более общей форме. По словам Рассела, данный постулат «позволяет нам верить, что физические объекты существуют и тогда, когда они не воспринимаются...» Этим определяется его большое эвристическое значение, ясно направляющее анализ на познание объективных связей и отношений в самом окружающем нас мире.

Четвертый принцип — структурный постулат: «Когда какое-то число структурно сходных комплексов событий располагается около центра в относительно малой области, обычно бывает, что все эти комплексы принадлежат к причинным линиям, имеющим свой источник в событии той же структуры, находящемся в центре».

Несмотря на известную сложность этого постулата, его основная мысль

¹ Б. Рассел. Человеческое познание. Его сфера и границы. Издательство «Иностранная литература», 1937, стр. 472.

довольно ясна. Цель анализа здесь заключается в том, чтобы установить вероятную причинную связь различных, но во многом сходных событий, связанных с какой-либо «центральной сферой» как главной причиной или как главным фактором, определяющим эти события. При этом Рассел замечает, что степень вероятности является, естественно, различной для различных событий и различных по своей сложности структур.

Пятый принцип — постулат аналогии: «Если даны два класса событий А и В и если дано, что оба эти класса А и В не наблюдались, имеется основание верить, что А есть причина В, и тогда, если в каком-то данном случае наблюдается А, но нет никакого способа установить, имеется В или нет, то, вероятно, что В все-таки имеется; и подобным же образом, если наблюдается В, а наличие или отсутствие А не может быть установлено»¹.

Данный постулат дает направление исследованию причинных связей явлений, которые не воспринимаются в непосредственном созерцании, а также косвенных связей явлений и тем самым показывает рациональное значение метода аналогии, достаточно хорошо апробированного в естествознании.

Мы полностью привели формулировки пяти постулатов Рассела, имеющих значение гносеологических принципов в точном смысле этого слова, т. е. основополагающих начал для всего процесса познания. Мы считаем, что самый факт введения Расселом этих постулатов имеет очень важное значение для понимания исторических судеб позитивистской гносеологии.

Оценивая объективный смысл расселовских постулатов, мы должны сказать, что, вопреки своему «разру-

¹ Анализ постулатов дается Расселом в ч. VI книги «Человеческое познание. Его сфера и границы». Формулировки постулатов приводим по гл. IX этой части, стр. 522—526. Заметим, что в формулировках постулатов у Рассела имеется ряд спорных и двусмысленных выражений. Например, он говорит, что «можно обозначать» ту или иную последовательность событий и пр. Но в данном случае это относится к форме его высказываний, а не к существу его идей, имеющих позитивное научное содержание.

шительному скептицизму», вопреки субъективно поставленной им цели ограничить сферу и возможности познания, Рассел был вынужден под влиянием реального содержания научного познания мира сформулировать принципы, исключительные по ценным и необходимым для научных исследований. Всем своим содержанием и направленностью эти постулаты являются отрицанием основных позитивистских идей и принципов.

Во-первых, они исходят из признания объективного существования предметов, объективных свойств и отношений вещей, что явно или неявно выражено во всех постулатах. Тем самым постулаты направляют мысль на познание явлений и процессов окружающего мира.

Во-вторых, все постулаты направлены на познание причинных связей вещей, существующих как «отношение причины и действия» в самих вещах. При этом и пространственно-временные отношения рассматриваются на основе наличия причинных связей.

Напомним читателю, что неоднократно в разработке проблем логики научных исследований главное внимание направлялось именно на методы, позволяющие устанавливать причинные отношения явлений. На это направлены методы индуктивной логики Ф. Бэкона с его специальными таблицами для установления различных форм и случаев причинных связей. Такую же цель преследуют и *Regulae philosophandi* Ньютона, установленные им на основе глубокого изучения природных явлений. Эти принципы и правила направлены на исследование действительных причин явлений, на открытие общих причин и общих свойств различных тел природы, что позволяет дать им строгое математическое выражение. Именно на путях изучения причинных связей наука и достигает своих выдающихся результатов.

Познание внутренних причинных связей вещей — одна из главных, определяющих линий развития научного познания мира вплоть до высших

достижений современной науки. Это неоднократно признавалось и провозглашалось крупнейшими учеными современности — создателями новейших физических теорий и концепций. Оценивая в связи с этим постулаты познания Рассела, мы должны сказать: они имеют значение весьма важных гносеологических принципов, направляющих познание на раскрытие различных форм сложных и многообразных причинных связей в самих явлениях окружающего мира. Тем самым открывается реальный путь для плодотворных научных исследований физических явлений.

Одновременно все это наносит сильнейший удар по гносеологическим принципам позитивизма с их субъективизмом и узким эмпиризмом, с их отрицанием познания внутренней сущности и внутренних причин, с их феноменологическим описанием внешних признаков «являющихся» предметов. Все эти позитивистские принципы терпят фиаско перед лицом действительных закономерностей процесса познания.

Кризис позитивизма проявился здесь в том, что его гносеологические принципы, пришедшие в противоречие с реальным познанием мира, оказались фактически отвергнутыми одним из крупнейших представителей современного позитивизма. Факт — исключительный в истории развития философских идей в наше время.

Для самого Рассела объективно все это означает крушение его собственных позитивистских взглядов и иллюзий, его веры в позитивистские идеи. Гносеологически главной причиной этого факта явилось, как уже сказано, решающее влияние подлинно научных достижений современного познания, в особенности физики, астрономии, математики, логики, которыми в течение многих десятилетий глубоко занимался Рассел.

Безусловно, философа с более строгим и последовательным характером мышления все это привело бы к кризису его мировоззрения, к большой духовной драме. Но противоре-

чивость и во многом эклектизм воззрений Рассела «избавляют» его от такой драмы. Характерно, что в той же работе, где сформулированы эти ценные постулаты познания, Рассел неоднократно говорит о субъективности научного языка, об истине как «атрибуте предложений», т. е. как функции языка, и истине как свойстве веры, о различных степенях «недостовренности познания», о его вероятностном характере, что опять-таки обусловлено субъективной верой в возможность тех или иных явлений. Более того, труд Рассела о человеческом познании заканчивается словами: «...Мы твердо придерживаемся учения, которое вдохновляло и философию эмпиризма, что все человеческое знание недостоверно, неточно и частично. Для этого учения мы не нашли вообще никаких ограничений»¹.

Здесь «неточность» и «частичность» рассматриваются всецело в духе агностицизма, как выражение недостоверности нашего знания. Все это всецело обусловлено именно его позитивизмом, той самой «философией эмпиризма», которая «вдохновляет» на отказ от научного познания объективного мира и гносеологические принципы которой терпят фиаско перед таким познанием.



В связи с оценкой расселовских постулатов познания весьма важными представляются — очень интересные и сами по себе — «Замечания о теории познания Бертрانا Рассела» А. Эйнштейна. Что же привлекло внимание к гносеологическим воззрениям Рассела великого ученого и мыслителя современности? Прежде всего, Эйнштейн глубоко понимает органическую связь между законами развития науки и философскими проблемами, о чем много и неоднократно писал Рассел. В замечаниях на его теорию познания Эйнштейн подчеркивает: «В настоящее время физик вынужден заниматься философскими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать

физикам предыдущих поколений. К этому физиков вынуждают трудности их собственной науки»¹. С этим высказыванием Эйнштейна полностью координируется его известный тезис о необходимости теории познания для науки, высказанный в ответах его критикам в связи с вопросами квантовой теории².

Выступая против узкого эмпиризма — фактически речь идет о позитивистском эмпиризме, — Эйнштейн солидаризуется с Расселом в вопросе о значении для науки «метафизики», т. е. общефилософских принципов как необходимых предпосылок конкретных научных исследований. Он даже упрекает Рассела в некоторой уступке «метафизической боязни». Развивая здесь материалистические мысли, Эйнштейн говорит: «...Я не вижу никакой «метафизической» опасности в том, чтобы включить в систему в качестве независимого понятия вещь (объект в смысле физики) вместе с ее соответствующей пространственно-временной структурой»³. В этой формулировке нельзя не видеть определенной общности с идеями объективности пространственно-временных отношений, выраженными в третьем и четвертом расселовских постулатах.

Импонирует Эйнштейну и акцент, который делает Рассел на собственно теоретическом, логическом познании. Но он подчеркнуто и неоднократно говорит, что теоретическое мышление должно иметь твердый фундамент чувственных данных. «Чтобы мышление не вырождалось в «метафизику» или в пустую болтовню, необходимо лишь прочно связывать достаточное количество суждений в системе понятий с чувственными восприятиями...»⁴. Эта мысль неуклонно проводится Эйнштейном в целом ряде его работ — фактически везде, где он анализирует философские и гносеологические проблемы.

В заключение еще один характерный

для воззрений Эйнштейна штрих. Отмечая четкость и ясность языка Юма и сравнивая его в этом отношении с Расселом, он решительно отвергает юмовский агностицизм. «Человек стремится к достоверному знанию. Именно поэтому обречена на неудачу миссия Юма»¹. Этот тезис Эйнштейна объективно направлен и против агностических высказываний Рассела, опровергаемых всем ходом научного познания и человеческой практикой.

УДК 92 Бертран Рассел

¹ Б. Рассел. Человеческое познание. Его сфера и границы, стр. 540. (Подчеркнуто мною — Г. К.)

¹ Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов, т. IV, 1967, стр. 248.

² Там же, стр. 310.

³ Там же, стр. 252.

⁴ Там же.

¹ Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов, т. IV, стр. 250.

К статье Ганса Кребса «Становление ученого»

Академик Н. Н. Семенов



Николай Николаевич Семенов, вице-президент Академии наук СССР, директор Института химической физики. В 1956 г. акад. Н. Н. Семенову и английскому ученому С. Н. Хиншелвуду присуждена Нобелевская премия за изучение механизма химических реакций.

Самозарождение выдающегося ученого без крупного руководителя с широким научным кругозором, без коллектива способных учеников, им подобранных,— явление крайне редкое. И наоборот, при наличии этих условий начинается цепная реакция «размножения» крупных ученых в стране.

Разбирая этот вопрос, английский ученый Ганс Кребс приводит любопытные данные и уподобляет процесс формирования ученых росту генеалогического древа, дающего все новые и новые ветви из одного саженца. Такое древо обычно называют научной школой.

Следует, как мне кажется, уточнить понятие научной школы. Талантливые ученики не должны повторять работы учителя, не обязательно должны развивать его конкретные идеи, ибо такое понимание школы нередко ведет к эпигонству и ее вырождению. Мне представляется, что научная школа— это своеобразный образ мышления и действия в науке, в подходе к решению любых научных проблем. Яркий пример этому— школа академика А. Ф. Иоффе, которая дала громадное число талантливых ученых в разнообразных областях знаний: физике, электронике, физической химии, теплотехнике и т. п. Всех учеников этой школы объединяет единый дух научного творчества, в каких бы далеких друг от друга областях они ни работали.

Потенциал науки любой страны, в первую очередь, определяется количеством высокоактивных и талантли-

вых руководителей, и быстрое «размножение» таких руководителей становится особенно необходимым, когда общее число научных работников исчисляется многими сотнями тысяч. Поэтому максимально благоприятствовать развитию плодотворных научных школ— важная, хотя и трудная задача, имеющая государственное значение.

К сожалению, не все даже самые крупные ученые могут создать научную школу. Причину этого я вижу в страстном стремлении некоторых из них решать проблему своими силами, и им нужны, в сущности, только опытные технические помощники. И здесь задача заключается в том, чтобы хотя бы несколько талантливых людей работали рядом с такими учеными и могли перенять их опыт.

Гораздо более сложным мне представляется другой случай, когда сравнительно крупный ученый, стремясь развивать собственные идеи, отводит своему коллективу роль исполнителей отдельных частей только своих идей. Это очень опасно, поскольку такой подход к делу подавляет инициативу молодых сотрудников, суживает их горизонт.

Интересная статья Кребса в некоторой степени касается больших вопросов создания научных школ и, конечно, не исчерпывает полностью этой проблемы, которую следовало бы более широко дискуссионно обсудить в печати.

Становление ученого

Ганс Кребс
Авглия



Ганс Кребс.
Фундаментальные работы Ганса Кребса в области процессов тканевого азотистого обмена и выяснения роли трикарбоновых кислот в клеточном дыхании считаются классическими. За открытие одного из механизмов клеточного дыхания, вошедшего в литературу под названием цикла трикарбоновых кислот, или цикла Кребса, Г. Кребсу в 1953 г. присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине.

Этой темой я заинтересовался в связи с тем, что студенты время от времени спрашивали меня, как становятся нобелевскими лауреатами. Ни разу я не пытался им ответить, чувствуя, что не могу обсуждать этот вопрос без подготовки. Однако вопрос повторялся, и я стал над ним раздумывать.

Во-первых, должен сказать, что сам вопрос поставлен не совсем правильно. Вернее было бы спросить: как можно достичь выдающихся успехов или совершенства в науке? Нобелевские премии в известной мере — дело удачи, ведь их число слишком мало, чтобы можно было наградить всех достойных. Для ответа на наш вопрос лучше всего обратиться к истории становления выдающихся ученых и их личным качествам. Однако для причисления ученых к «выдающимся» мне нужен какой-то критерий. Поэтому, несмотря на только что сказанное и рискуя навлечь на себя подозрения в нескромности, я буду, пока нет лучшего критерия, пользоваться Нобелевской премией как свидетельством научного совершенства ученого.

Когда я спрашиваю себя, как случилось, что однажды я очутился в Стокгольме, у меня нет ни тени сомнений относительно того, чему я обязан этой удачей. В критический период моей научной карьеры у меня был выдающийся учитель: в возрасте между 25 и 29 годами я работал в Берлине у Отто Варбурга. Варбург научил меня методам и высокому классу исследовательской работы. Уверен, что без него мне никогда бы

не удалось достичь уровня, который необходим, чтобы заслужить внимание Нобелевского комитета. О том, чему я научился у Варбурга, скажу несколько позднее, сначала же мне хотелось бы выяснить значение выдающихся учителей для других лауреатов Нобелевской премии.

Сам Варбург был нобелевским лауреатом 1931 года. Он получил премию за работу о химической природе ключевого фермента, участвующего в реакции между молекулярным кислородом и питательными веществами в процессе клеточного дыхания. Мне очень повезло — я непосредственно следил за этой работой и принимал в ней посильное участие. Каково же было «научное происхождение» Варбурга? В автобиографической заметке, написанной в 1964 г., он говорит: «Встреча с крупным ученым — важнейшее событие в научной судьбе молодого исследователя. Такое событие произошло в моей жизни в 1903 г., когда Эмиль Фишер взял меня сотрудником для работы в области химии белков. В течение трех последующих лет я видел Фишера почти ежедневно и приготовил под его руководством первый оптически активный пептид».

Таким образом, опыт и взгляды Варбурга похожи на мои. Продолжим историю дальше. Эмиль Фишер, учитель Варбурга, был одним из наиболее выдающихся химиков своего времени. Он получил Нобелевскую премию в 1902 г. за работу по химическому строению сахаров — одно из первых достижений в длинном ряду его научных заслуг. Фишер в свою



Лавуазье
(1743—1794)



Бертолле
(1748—1822)



Гей-Люссак
(1778—1850)



очередь был учеником другого нобелевского лауреата и длительно сотрудничал с ним. Я имею в виду Адольфа Байера, который получил Нобелевскую премию после Фишера, в 1905 г., за открытия в области химии красителей, в частности за синтез индиго.

Учителя

Нобелевская премия присуждается только с 1901 г., поэтому такой критерий совершенства не приложим к

оценке ученых прошлого века. Из научной генеалогии, изображенной на схеме 1, видно, что Байер был учеником Кекуле, который прославился своими работами по строению химических соединений, в особенности кольцевой структурой бензола, а Кекуле был учеником Либиха, заложившего основы органической химии. Если бы Нобелевская премия существовала ранее, Либих и Кекуле безусловно были бы ее лауреатами. Либих тоже оставил свидетельство,

подтверждающее значение работы с великим учителем. Он был учеником французского химика Гей-Люссака, открывшего фундаментальные законы поведения газов. Во времена Гей-Люссака и молодого Либиха Париж был центром европейской науки, особенно химии. Либих работал у Гей-Люссака в Париже и так оценил этот факт: «Ход всей моей жизни был определен тем обстоятельством, что Гей-Люссак принял меня в свою лабораторию как сотрудника и ученика». Почти такие же слова через

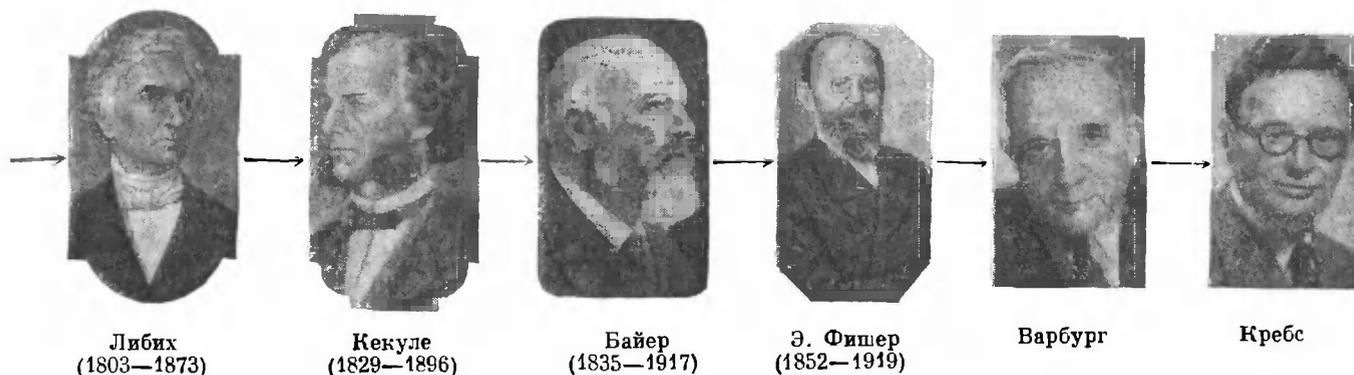


Схема 1

Научная генеалогия Ганса Кребса, в которой последовательно представлены учителя и ученики. А. Лавуазье, К. Бертолле, Ж. Гей-Люссак, Ж. Либих и Ф. Кекуле — ученые, бесспорно достигшие совершенств. А. Байер, Э. Фишер, О. Варбурга и Г. Кребс — лауреаты Нобелевской премии. Все это наглядно показывает роль научного руководителя в становлении ученого

100 лет напишет Варбург. Гей-Люссак, в свою очередь, был воспитанником великой французской химической школы, к которой принадлежал, в частности, Бертолле, известный своими новаторскими теориями окисления, объяснившими роль кислорода и опровергшими теорию флогистона. Кроме того, Бертолле исследовал химию хлора, аммиака и синильной кислоты. Одним из учителей Бертолле был Лавуазье.

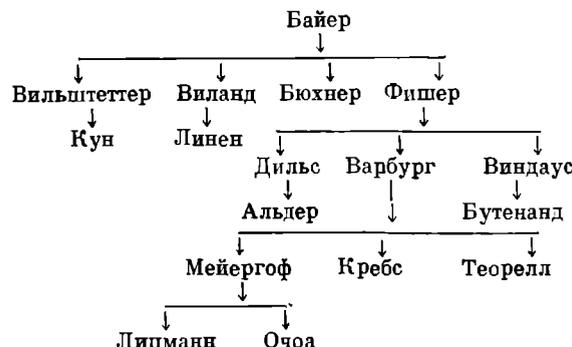
Во всех перечисленных случаях сотрудничество между учителем и учеником было тесным и длительным, причем оно, как правило, приходилось на время, которому соответствует сейчас период аспирантуры и первые годы молодого ученого после защиты диссертации. Решающее значение при этом имело не посещение лекций крупного ученого, а совместная работа ученика и учителя в течение ряда лет.

Генеалогия

Итак, моя «научная генеалогия», представленная на схеме 1, многократно свидетельствует, что успех порождает успех или, другими словами, что для развития таланта необходимо его воспитание другим талантом. Это положение с особой убедительностью подтверждается при рассмотрении более широкого «семейного дерева» выдающихся ученых.

Схема 2

Генеалогия «семьи» Байера. Все члены этой «семьи» — нобелевские лауреаты¹



На схеме 2 представлена генеалогия нобелевских лауреатов, ведущая свое начало от Байера и включающая 17 фамилий. Со всеми этими именами

¹ Рихард Вильштеттер (1872—1942 гг.) — немецкий химик-органик, известен своими работами по химии хлорофилла, пигментов растений и ферментов. Генриху Виланду (р. в 1877 г.) принадлежат работы в области изучения азотистых органических соединений, алкалоидов, по химии желчных кислот и стероидов. Внес значительный вклад в изучение биологического окисления. Эдуард Бюхнер (1860—1917 гг.) — немецкий химик-органик. Сделал ряд важных открытий: в 1897 г. обнаружил, что процессы брожения можно вызвать дрожжевым соком, не содержащим живых клеток. Это открытие было одним из крупнейших в энзимологии. Рихард Кун (р. в 1900 г.) — химик-органик и биохимик. Приобрел известность работами по химии витаминов В₂, В₆ и других природных соединений. Теодор Линен (р. в 1911 г.) — директор Института химии в Миллене. В 1964 г. совместно с Блохом получил Нобелевскую премию за исследования обмена холестерина и жирных кислот в организме. Отто Дильс (р. в 1876 г.) в 1928 г. совместно с К. Альдером открыл новую реакцию, так называемый дневной синтез, сыгравшую большую роль в развитии органического синтеза. Адольф Виндаус (1876—1959 гг.) известен работами по химии животных и растительных стероидов, за которые в 1928 г. был удостоен Нобелевской премии. Адольф Бутенанд (р. в 1903 г.) получил мировую известность благодаря исследованиям в области химии половых стероидных гормонов. В 1939 г. вместе с Л. Ружичкой был удостоен Нобелевской премии по химии. Отто Мейергоф (1884—1951 гг.) известен исследованиями химии и энергетике ферментативных реакций, в частности биохимии мышечного сокращения. Открыл анаэробный гликолиз. Гуго Теорелл (р. в 1903 г.) — шведский биохимик. Наибольшую известность получили работы Теорелла по химии ферментов тканевого дыхания, за которые ему в 1955 г. была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине. Фриц Липманн (р. в 1899 г.) — американский биохимик, известен работами в области витаминов группы В. За открытие коэнзима А был удостоен Нобелевской премии (совместно с Г. Кребсом). Северо Очоа (р. в 1905 г.) — американский биохимик. Известен работами по расшифровке генетического кода. Осуществил с помощью выделенного им фермента искусственный синтез полинуклеотидов, подобных по своим свойствам природной РНК. За эти работы в 1959 г. был удостоен Нобелевской премии по медицине.

связаны выдающиеся открытия. Если родословную начинать на два поколения раньше — с Либиха, учителя Байера, то все древо будет насчитывать более 60 имен выдающихся ученых, из которых более 30 — нобелевские лауреаты.

Возможно, найдется скептик, который при взгляде на подобную «семью» увидит пристрастное внимание к ученикам нобелевских лауреатов. Короче говоря, не играет ли тут какой-нибудь роли элемент кумовства? Я думаю, каждый согласится, что на этот вопрос можно ответить только отрицательно.

В чем же все-таки заключается то особенное, чему можно научиться у выдающихся ученых? Прежде всего, это высокий уровень исследований. Все, включая самих себя, мы оцениваем в сравнении. И если рядом с нами нет людей выдающихся способностей, существует опасность, что мы легко уверуем в свое совершенство и уж во всяком случае будем считать себя выше соседа. Посредственные люди могут казаться себе (и другим) значительными, если уровень окружения невысок. А в обществе гигантов даже крупные ученые чувствуют себя карликами, и это весьма полезное ощущение. Таким образом, гиганты науки учат нас скромности и критическому отношению к себе. Это общее соображение.

Позвольте мне теперь перейти к более частной проблеме: что думают сами ученые о влиянии, которое оказали на них учителя. Варбург, оценивая опыт своего сотрудничества с Эмилем Фишером, пишет: «Я усвоил, что ученый должен иметь мужество браться за разрешение больших проблем своего времени и что успех достигается только после бесчисленного множества экспериментов, проведенных без лишних колебаний».

Подождивая то основное, чем я обязан Варбургу, я бы сказал, что он дал мне образец того, как правильно находить и ставить проблему, как находить новые методы для ее энергичного решения, как быть безжалостным в самокритике и неустanno проверять и подтверждать факты, как ясно и точно выражать результаты и идеи и как всецело посвящать свою жизнь истинным ценностям. Одно из первых свидетельств по интересующему нас вопросу принадлежит Кекуле, который в 1890 г. в возрасте 61 года заметил, что, кроме всего прочего, он научился у Либиха привычке к тяжелому, упорному труду. Либих говорил Кекуле: «Если вы хотите стать химиком, вы должны жертвовать для работы своим здоровьем. Кто не готов к этому, не достигнет успеха в современной химии». Кекуле добавляет: «В течение многих лет я спал по четыре, а иногда и по три часа в сутки». Конечно, Кекуле заходит слишком далеко, но я думаю, есть большая доля истины в утверждении, что ученый должен обладать способностью к очень тяжелому труду.

Благоприятные обстоятельства

Еще одно подтверждение важности для ученого настоящей школы дал недавно Жак Моно¹, нобелевский лауреат 1965 г. В нобелевской лек-

¹ Жак Моно (р. в 1910 г.) — французский биохимик, сотрудник Института Пастера в Париже. Совместно с Ф. Жакобом (р. в 1920 г.) разработал теорию регуляции активности гена. В 1965 г. Ж. Моно, Ф. Жакобу и А. Львову (р. в 1912 г.) была присуждена Нобелевская премия за вклад в развитие генетики и установление механизма возникновения некоторых заболеваний.

ции он отметил роль Рокфеллеровского стипендиального фонда, который предоставил ему возможность работать в лаборатории Моргана¹ в Калифорнийском технологическом институте. Моно так описывает влияние, которое оказала на формирование его личности совместная работа с выдающимися учеными: «Я понял, на что способна такая группа ученых, где все поглощено творческой деятельностью, где постоянно происходит обмен идеями, выдвигаются смелые гипотезы и существует беспощадная критика. Для меня это было открытием. Это было открытием личностей огромного масштаба, таких как Джордж Бидл, Стерлинг Эмерсон, Бриджес, Стёртевант, Шульц и Эфрусси² — все они работали в отделе Моргана». В то время Морган уже был нобелевским лауреатом, а Бидл стал им позднее.

Мне хотелось бы привести еще одно свидетельство, которое говорит о значении для учеников личных качеств руководителя. Вот что пишет Отто Леви³, физиолог и фармаколог, лауреат 1936 г., о крупнейших физиологах XIX в.: «Они в высшей степени обладали способностью заражать энтузиазмом, широтой взглядов и воображением, а также скромностью и глубокой привязанностью к своим ученикам. Именно эти качества привлекали к ним способных студентов. Помимо искусства эксперимента и умения наблюдать, ученики усваивали необходимые для ученого навыки мышления. Они учились выбирать объект исследования, интерпретировать, оценивать полученные результаты и связывать их в целостное научное знание. Таким образом,

студенты не только познакомились с методами и фактами, но проникались тем духом науки, образец которого дает настоящая школа и настоящий исследователь».

Итак, выдающиеся учителя передают нечто большее, чем знания, — они учат работать и мыслить. Мастерству эксперимента можно научиться у многих, и оно, как и минимум умственных способностей, конечно, необходимо для успешной работы. Гораздо важнее использование мастерства, понимание его скрытых возможностей и границ применения, умение совершенствоваться, развивать и обновлять его. Но, быть может, самое важное — научиться у великих людей скромности, поскольку она рождает самокритичность и потребность не престанно совершенствоваться. Огромное значение имеет энтузиазм, передающийся от учителя к ученику, — это основа большой работоспособности. Энтузиазм заставляет видеть в научных занятиях не работу, а увлечение и побуждает ученого сказать «нет», когда его пытаются заманить в «коридоры власти»¹ или в бесчисленные вояжи за границу.

Проблема

Я уже говорил, как важно правильно выбрать проблему для исследования. При этом следует избегать легких путей, хотя они и могут дать быстрые результаты. Необходимо концентрировать свои силы на решении задач действительно значительных. Вейсс писал: «Основной целью исследования должно быть получение не просто обилия фактов, а обилия фактов стратегического значения. Это значит, что наблюдения и эксперименты должны прояснять проблему, глубоко проникать в суть явления и связывать воедино разрозненные данные и гипотезы.

Выбору важной и перспективной проблемы, а также средств и методов, необходимых для ее успешного разрешения, начинающий исследо-

ватель скорее научится не из книг, а от выдающихся творцов науки.

Мне бы хотелось вспомнить свой личный опыт и вернуться к разговору о роли научного окружения, о значении такого коллектива, какой Моно нашел в Калифорнийском технологическом институте. Сотрудничество с выдающимся ученым почти автоматически ведет к сотрудничеству с наиболее выдающимися сверстниками, потому что великие учителя привлекают талантливых учеников.

Студенты на всех курсах учатся не только у преподавателей, но и у своих товарищей, как это было и со мной. Лаборатория Варбурга в Далеме в годы моего ученичества была окружена другими замечательными научными центрами. В том же здании находилась лаборатория Мейергофа и контакт между этими двумя группами биохимиков был очень тесным. Многие из моих молодых сверстников стали потом выдающимися учеными. Это — Очоа и Липманн, награжденные Нобелевскими премиями. Это — Лохман, открывший АТФ и установивший структуру кокарбоксилазы, Карл Мейер, обнаруживший гялурановую кислоту, Ганс Гаффрон, Давид Нахмансон, Дин Берк, Франк Шмитт, Ральф Жерар и Герман Блашко¹. Среди множества других крупных ученых, работавших в пределах нескольких сотен ярдов и регулярно собиравшихся на еженедельные коллоквиумы, были Нойберг, Ган, Мейтнер, Габер, Поляни и Бонхоффер².

Можно назвать много других блестящих научных центров, ставших питомниками ученых. Например, в первые десятилетия нашего века круп-

¹ Томас Гент Морган (1866—1945 г.г.) — американский генетик, создатель хромосомной теории наследственности. Лауреат Нобелевской премии. О нем см.: «Природа», 1968, № 8, стр. 91—97.

² Джордж Бидл (р. в 1903 г.) — американский генетик. Совместно с Э. Тетумом выдвинул гипотезу «один ген — один фермент». Бидл, Тетум и Ледерберг в 1958 г. удостоены Нобелевской премии. К. Бриджес (1889—1938 г.г.) и А. Стёртевант (р. в 1891 г.) совместно с Т. Морганом и Г. Мэллером, Нобелевским лауреатом, создали хромосомную теорию наследственности. О них см.: «Природа», 1968, № 8, стр. 91—97. Эмерсон, Шульц и Эфрусси — американские генетики, сотрудники Т. Моргана.

³ Отто Леви (1873—1961 г.) — австрийский физиолог. В 1921 г. описал химическую передачу нервных импульсов.

¹ Этот образ заимствован Г. Кребсом из знаменитого советскому читателю романа Ч. Сноу «Коридоры власти», действие которого разворачивается в английских правительственных кругах, связанных с организацией научных исследований.

¹ Физиологи и биохимики, известные своими работами по изучению химического механизма передачи нервных импульсов.

² Отто Ган (р. в 1879 г.) — физик и радиохимик. В 1939 г. совместно с Ф. Штротманом открыл деление атомных ядер урана под действием нейтронов. Лизе Мейтнер (р. в 1878 г.) совместно с Отто Ганом открыла в 1918 г. радиоактивный элемент протактиний. Известна также работами в области ядерной физики. Фриц Габер (1868—1934 г.г.) — немецкий химик-неорганик. В 1908 г. впервые на полуводородной установке получил жидкий аммиак из азота и водорода. М. Поляни — английский физико-химик. Известен работами в области химической кинетики. Бонхоффер — известен работами в области молекулярной физики.

ным центром физиологии и биохимии был Кембридж. Там работали Фостер, Лэнгли, Гопкинс, Баркрофт и Эдриан¹, окруженные группой способной молодежи, преисполненной энтузиазма. Кембридж был также блестящим центром физики благодаря Дж. Дж. Томсону и Э. Резерфорду.

Конечно, своими достижениями Кембридж и Оксфорд в значительной степени обязаны тому, что на решении важных проблем там были сосредоточены большие группы. Маленькие факультеты провинциальных университетов не имеют условий для того широкого обмена идеями и опытом, который происходит в больших группах.

Сказанное имеет не только исторический интерес. На этих уроках необходимо учиться, особенно тем, кто руководит университетами и стремится превратить университеты в первоклассные научные центры.

Первенство в науке

В XX в. было сделано только два действительно фундаментальных вклада в науку. Первый связан с атомной физикой, созданием квантовой механики и использованием атомной энергии. Второй вклад внесла биология: слияние биохимии, биофизики и генетики привело к возникновению молекулярной биологии и пониманию основных биологических явлений, которые еще прошлому поколению казались вообще недоступными.

Если мы, следуя примеру М. Дельбрюка², сравним обстоятельства, при которых проходили революционные

изменения в этих двух областях знаний, то обнаружим любопытную разницу. Атомная физика создавалась почти исключительно в рамках традиционной университетской школы, в то время как достижения молекулярной биологии не связаны с традиционными биологическими центрами. Эти достижения явились результатом усилий химиков, физиков и биологов, которые большей частью работали не в биологических центрах и не в университетах. В Англии решающие успехи в этой области, связанные с именами Уилкинса, Крика, Уотсона, Перутца и Кендрью¹, были достигнуты в учреждениях Совета по медицинским исследованиям (Лондон, Кембридж), причем в физических, а не в биологических лабораториях. Во Франции основной вклад сделан Львовым, Моно и Жакобом в Пастеровском институте — учреждении тоже не университетском.

В США таким передовым центром оказался Рокфеллеровский институт, где работали Эвери², Маклеод и Маккарти. В самом деле, весьма показательным, что университеты упустили инициативу в развитии новых направлений в биологии.

Утрата университетами ведущей роли в науке подтверждается и статистикой нобелевских лауреатов. Из 18 английских ученых, награжденных премиями с 1950 г., только 10 получили премии, когда занимали университетские должности, и по крайней мере у одного из них — у меня — эта должность отнимала минимум времени.

Цифры будут еще более убедительными, если мы ограничимся последними годами. С 1960 г. только три премии присуждены университет-

ским ученым (и это — включая физику), а пять — представителям других центров. Во всех этих случаях, за исключением одного, «другие центры» — это учреждения Совета по медицинским исследованиям. Исключение составляет А. Л. Ходжкин¹, занимающий в Кембридже должность профессора-исследователя Королевского общества. Сравнивая эти цифры, следует помнить, что финансовые возможности университетов в целом неизмеримо выше, чем у Совета по медицинским исследованиям или у Королевского общества. Фонды, которыми располагает Совет, составляют менее 5% от университетских, а численность научного персонала в 10 раз меньше, чем в университетах. И, несмотря на это, нобелевских лауреатов среди ученых Совета существенно больше.

Другой иллюстрацией этой тенденции может служить статистика членов Королевского общества. Из 32 новых членов, выбранных в марте 1967 г., только 13 сделали свои основные работы в университетах, причем некоторые из них находились опять-таки в привилегированном положении, занимая исследовательские посты без всяких педагогических обязанностей.

Почему же все-таки университеты потеряли ведущее положение в науке? Я думаю, ответ прост. В английских университетах работает множество талантливых людей, у которых есть все, чтобы добиться выдающихся результатов. Им не хватает лишь одного — времени.

Проведение фундаментальных исследований на высоком уровне требует невероятного количества времени. Такой работой нельзя заниматься в редкие минуты досуга или перепоручить ее лаборантам и студентам старших курсов. Беда в том, что и старший и младший научный персонал университетов страшно перегружен преподаванием и админист-

¹ Ф. Фостер — английский физиолог. Известен работами по биохимии нервной системы. Джон Лэнгли (1852—1925 гг.) — английский физиолог. Сделал первую попытку установить общий план строения вегетативной нервной системы. Фредерик Гопкинс (1861—1947 гг.) — английский биохимик. Открыл и выделил новую аминокислоту триптофан. За исследование по витамину в 1929 г. был удостоен Нобелевской премии. Джоэф Баркрофт (1872—1947 гг.) — английский физиолог. Заложил основы теории дыхательной функции крови. Эдвард Эдриан (р. в 1889 г.) — английский физиолог, с 1950 г. президент Лондонского королевского общества. В 1932 г. за исследование деятельности нервной системы удостоен Нобелевской премии.

² Макс Дельбрюк известен работами по генетике микроорганизмов.

¹ Маурис Уилкинс (р. в 1916 г.) — английский физик. Впервые применил рентгеноструктурный метод для изучения ДНК. Фрэнсис Крик (р. в 1916 г.) и Джеймс Уотсон (р. в 1928 г.) совместно предложили в 1953 г. спиральную модель молекулы ДНК. Эти работы были удостоены Нобелевской премии в 1962 г. Макс Перутц (р. в 1914 г.) и Джон Кендрью (р. в 1917 г.) — английские биохимики и кристаллографы. Используя метод дифракции рентгеновских лучей и вычислительные машины, установили строение белковых молекул гемоглобина и миоглобина.

² Освальд Эвери (1877—1955 гг.) — американский бактериолог. Совместно с Маклеодом и Маккарти показал, что нуклеиновые кислоты, а не белки несут генетическую информацию.

¹ Аллан Ходжкин (р. в 1914 г.) — английский физиолог. В 1963 г. совместно с Хансли и Экилсом удостоен Нобелевской премии за открытие ионных механизмов возбуждения и торможения в оболочках нервных клеток.

ративными обязанностями. Эта перегрузка зачастую начинается на первых ступенях научной деятельности и не оставляет начинающему ученому достаточно времени для роста и развития. Я думаю, что для формирования ученого необходимо предоставлять ему возможность после защиты диссертации несколько лет целиком посвятить исследовательской работе. А затем его можно привлечь к преподаванию.

Вопросы организации

О важности распределения времени при становлении ученого не только как исследователя, но и как преподавателя говорит тот факт, что сравнительно большое число университетских профессоров поставляется тем же Советом по медицинским исследованиям. С 1961 по 1966 г. не менее 42 научных сотрудников Совета перешли в университеты на профессорские должности. Это оказалось возможным потому, что Совет обеспечивал ученых условия, которых не могли предоставить университеты, и в первую очередь необходимое время. Таким образом, на плодородной почве, возделанной Советом, формировались ученые, которые потом переходили на старшие посты в университеты. Я должен подчеркнуть, что было бы ошибкой обвинять Совет (как это делалось) в том, что он удерживает талантливых людей вдали от университетов. Пройдя хорошую школу и сформировавшись, эти люди возвращаются в университеты подготовленными для руководящих должностей.

Чтобы быть эффективной, исследовательская деятельность, отличающаяся по своему ритму от работы преподавателя или администратора, требует некоторого критического минимума напряжения. Для достижения этого минимума совершенно необходимо время. Я часто слышал от тех преподавателей, которые не представляют, что такое научное исследование: «Ну, если вы располагаете только половиной того времени, которое считаете необходимым для проведения работы, отбросьте половину вашей работы. Зачем так

спешить?» Этот довод никуда не годится. С таким же успехом можно посоветовать летчику сокращать число оборотов двигателя, чтобы уменьшить шум от мотора в самолете. Желаемый результат будет достигнут, хотя, конечно, самолет начнет двигаться медленнее. Однако этому есть определенный предел. Скоро окажется, что самолет уже неспособен лететь. При малой скорости оборотов двигателя вы можете передвигаться по земле, а по воздуху — нет. Вот и все.

Исследовательская работа требует некоторой минимальной критической скорости движения, причем эта минимальная скорость довольно высока. Эффективность в научной работе не всегда пропорциональна затраченным усилиям. Ученый, испытывающий нехватку времени, еще может передвигаться по ровной проложенной дороге, но его встретят величайшие трудности в воздухе, т. е. если он отправится на поиски чего-то действительно нового. Зато, если он сумел набрать высокую скорость, он быстро окажется на неизведанной территории. Один из лучших способов получить мощный импульс для такого движения — работать в творческой группе. Работа в содружестве не означает, как могут предполагать некоторые, потерю свободы действий, личной инициативы, личных достижений и признания. Коллективное мастерство, опыт и помощь — вот то главное, что может дать работа в группе. Эта основа и дает толчок для индивидуального развития.

Все ли необходимое делают наши сегодняшние университеты для того, чтобы быть блестящими центрами науки? Мысль о таком назначении университетов казалась сама собой разумеющейся людям прошлого поколения. Во многих американских университетах этот вопрос часто дискутируется. Весьма знаменательно, что государственный секретарь США по делам здравоохранения и образования Д. Гарднер написал книгу с броским названием «Совершенство», снабдив ее подзаголовком «Можем ли мы быть равными и совершенными одновременно?»

Я вовсе не уверен, что наши основные финансовые почитатели — Комитет по субсидиям университетам и Казначейство — уделяют университетам достаточно внимания и денег для создания в них блестящих условий. Не уверен, сознают ли они, что обучение и исследовательская работа всегда неразлучны и что при современном развитии науки культивирование блестящих достижений — не только академический вопрос, но также источник экономической и политической силы.

На мои личные взгляды, естественно, повлиял опыт работы в Оксфорде, где, несмотря на лозунги равенства и демократии, мощные факторы препятствовали достижению совершенства в науке. Я боюсь, что у нас порядочно таких сфер деятельности, где слишком много равенства и слишком мало поощрения одаренности.

В Оксфорде очень немногим из талантливых молодых ученых дают возможность развивать свои способности в исследовательской работе, большинству же не хватает времени. Много способных и выдающихся ученых по этой причине оставляют Оксфорд или отказываются от назначений туда. Это ведет к «утечке мозгов».

Если мы в университетах не отдадим себе отчета в важности этих проблем и не будем прилагать постоянных усилий для поддержания высокого научного уровня, мы обречены на упадок.

«Nature», т. 215, 1967, № 5109
Сокращенный перевод и комментарии
А. В. Симолина

Нобелевские лауреаты 1968 г. по физиологии и медицине

Нобелевская премия 1968 г. по физиологии и медицине присуждена трем американским ученым — Р. Холли, М. Ниренбергу и Г. Хоране. Все они — выдающиеся исследователи и яркие индивидуальности, работающие независимо друг от друга, хотя и в смежных разделах молекулярной биологии. Развитие этой молодой науки в значительной мере обязано их усилиям.

К изучению фундаментальных биологических процессов на молекулярном уровне Холли, Ниренберг и Хорана пришли каждый своим путем. Не все сразу вступили на дорогу, которая принесла им известность, а затем и Нобелевскую премию.



Роберт У. Холли родился 28 января 1922 г. в г. Урбане (штат Иллинойс, США). В 1942 г. окончил Иллинойский университет как химик-органик. Начало научной и преподавательской деятельности Холли связано с Корнельским университетом. Затем, в 1957 г., он возглавил Лабораторию растений, почвы и питания Департамента земледелия США. Сейчас Холли снова работает в Корнельском университете, где он руководит кафедрой биохимии и молекулярной биологии.

Ранние исследования Холли посвящены химии пенициллина, пептидов и растительных гормонов. С конца 50-х годов он занимается изучением биосинтеза белка и химией нуклеиновых кислот.

Широкую известность принесли Хол-



Роберт У. Холли (справа сверху) среди участников Гордоновской конференции в Нью-Хемптоне (1967 г.)



Маршалл У. Ниренберг (первый слева) в группе участников симпозиума в Колд-Спринг-Харборе (1966 г.)



Гобинда Х. Хорана (первый слева), Ф.Г.К. Крик (в середине) и М. Грюнберг-Маного во время симпозиума в Колд-Спринг-Харборе (1966 г.)

ли исследования химической структуры транспортных рибонуклеиновых кислот (тРНК). В 1959 г. появляется его работа по выделению индивидуальных тРНК. В 1963 г. он публикует первые данные по структуре аланиновой, валиновой и тирозиновой тРНК. В 1965 г. Холли и его сотрудники заканчивают расшифровку структуры аланиновой тРНК дрожжей¹. За это исследование Холли и присуждена Нобелевская премия.

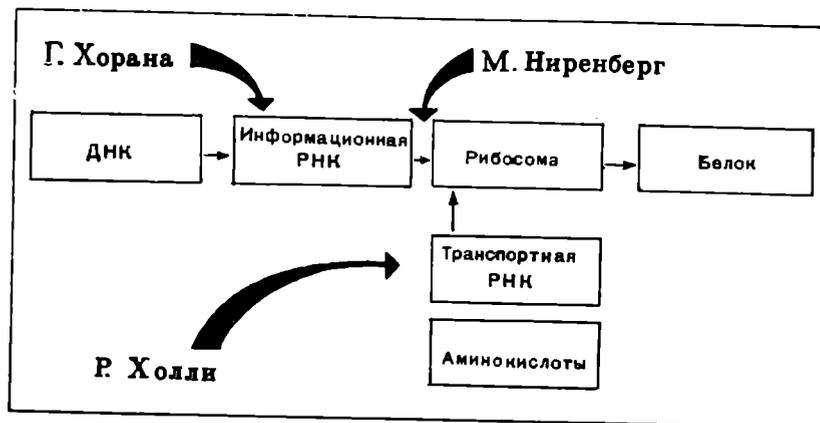
Работы по раскрытию структуры аланиновой тРНК проложили путь к познанию принципов химического строения всех рибонуклеиновых кислот. Эти работы по их фундаментальному значению можно сравнить с исследованиями по расшифровке строения инсулина и рибонуклеазы — исследованиями, которые легли в основу современных представлений о структуре белка.



Маршалл У. Ниренберг родился 10 апреля 1927 г. в Нью-Йорке. Окончил университет в 1948 г. как зоолог. Докторскую степень получил уже за биохимические исследования.

В 1961 г. на V Международном биохимическом конгрессе в докладе «Зависимость бесклеточного синтеза белка у кишечной палочки от природной или синтетической матричной РНК» Ниренберг сообщил о том, что синтетические рибополинуклеотиды могут выполнять роль информационных РНК. Особенное впечатление произвели опыты, в которых синтетическая полиуридилловая кислота стимулировала образование своеобразного полипептида — полифенилаланина. Это соединение не встречается в природе и обладает своеобразными свойствами, благодаря которым его удалось заметить и распознать: оно нерастворимо в воде, зато хорошо растворяется в ледяной уксусной кислоте, содержащей 33% бромистого водорода. Ниренберг сделал из своих опытов вывод о том, что полиуридилловая кис-

Механизм биосинтеза белка. Большие стрелки указывают на основные объекты исследований Г. Хораны, М. Ниренберга и Р. Холли



лота содержит код для фенилаланина. Впоследствии это подтвердилось.

В самом начале 50-х годов Гамов, Рич, Ичас, Крик и др. взялись за решение проблемы генетического кода с позиций теории информации. Нельзя сказать, чтобы период «криптографических» поисков был полностью бесполезным. К 1961 г. было высказано немало остроумных догадок, сформулированы теоретические подходы и руководящие идеи, создана терминология. Но фактических знаний в то время явно не хватало для различения истины от заблуждения. Остроумные гипотезы, за отсутствием критериев их отбора, повисали в воздухе.

Значение работ Ниренберга заключается прежде всего в том, что им были созданы экспериментальные методы решения проблемы кода. Как выразился однажды Крик: «...нужно не разгадывать генетический код, а знать, каков он есть на самом деле». И теперь мы действи-

тельно знаем, каков генетический код.

В 1964 г. Ниренберг и Ледер разработали метод, позволивший опытным путем определить кодовое значение отдельных нуклеотидных триплетов. Они установили, что если посадить на рибосому искусственный «кодон» (т. е. тройку нуклеотидов, кодирующую определенную аминокислоту), то, подобно своему аналогу в составе натуральной информационной РНК, такой кодон вылавливает из среды и прочно фиксирует на рибосоме вполне определенную, соответствующую тРНК с ее индивидуальной аминокислотой. Так, например, фенилаланиновая тРНК образует прочный комплекс с рибосомой в присутствии синтетического тринуклеотида UUU (3 остатка уридилловой кислоты). Сажая на рибосомы разные искусственные кодоны и помещая их затем в среды с заведомо известными тРНК и их аминокислотами, можно установить, на какой кодон «ловится», а на какой — «не ловится»

¹ Подробнее об этом см. журнал «Природа», 1965, № 8, стр. 75.

та или иная аминокислота. В системе Ниренберга — Ледера были синтезированы и испытаны все 64 теоретически возможных тринуклеотида. Таким путем было установлено значение 64 кодонов.

Экспериментальной разработкой проблемы генетического кода занимались и другие исследователи (Очоа, Маттеи), но львиная доля всего, что сделано в этой области, принадлежит Ниренбергу и его сотрудникам.



Гобинда Х. Хорана — химик-органик. Родился 9 января 1922 г. в Райпуре (Индия). В 1943 г. окончил Пенджабский университет. Степень доктора получил в Ливерпульском университете. В течение двух лет стажировался у А. Тодда (Кембридж, Англия). С 1952 по 1959 гг. работал в качестве главы исследований по органической химии в Канаде. С 1960 г. Хорана — профессор и научный руководитель исследовательской группы в Институте по изучению ферментов Висконсинского университета (Мадисон, США). Хорана — один из самых замечательных представителей современной биохимии, в совершенстве владеющий методами органического синтеза. Его работы наглядно показывают, насколько расширяются возможности химика, если он берет в «помощники» ферменты. Исследования Хораны по синтезу полинуклеотидов отличаются поразительной целеустремленностью. Это непрерывная цепь логически связанных между собой экспериментов. Талантливая молодежь, которая работает с Хораной, придает высокие динамические качества его группе.

Работы Хораны по химии нуклеиновых кислот начались в 1955 г. Сначала это были попытки искусственного воспроизведения той природной фосфодизфирной связи, которая соединяет нуклеотиды в нуклеиновых кислотах. К 1963 г. развитие методов органического синтеза достигло уже такого уровня, когда стало возможным получение коротких нуклеотидных цепочек, имитирующих неболь-

шие отрезки ДНК или РНК. Продвигаться дальше методы химического синтеза не позволяли — на этой стадии их могущество кончалось. Тогда Хорана пустил в ход ферменты (прежде всего ДНК-полимераза и РНК-полимераза) и, пользуясь синтезированными ранее шаблонами, получил длинные цепочки, уже гораздо больше похожие на природные ДНК и РНК. Следующий этап — создание синтетических информационных РНК — завершился блестящим успехом: были получены искусственные информационные РНК с заданным расположением нуклеотидов. Этот результат замечателен сам по себе, но для Хораны он был не целью, а средством — искусственные информационные молекулы были использованы для перекрестной экспериментальной проверки теории триплетного генетического кода. Если известно расположение нуклеотидов в искусственно полученной информационной молекуле, то, выписав эту последовательность на бумаге и разбив ее на тройки нуклеотидов (кодона), можно предсказать, какие аминокислоты должны включиться в строящийся на такой матрице белок и в какой последовательности они будут расположены. Проведя подобные опыты, Хорана подтвердил справедливость общих принципов построения генетического кода, а также значение отдельных кодонов. Работы Хораны производят глубокое впечатление своей логикой и мастерством.

В последнее время Хорана взялся за решение еще более сложной задачи — за синтез гена. Известно, что транспортные РНК синтезируются непосредственно на ДНК. Зная структуру какой-либо тРНК и правила ее синтеза, можно написать структуру соответствующего ей гена. Выбор Хораны остановился на аланиновой тРНК пекарских дрожжей, изученной Холли. Недавно появилось сообщение, в котором описан синтез примерно половины гена аланиновой тРНК. Возможно, что к моменту выхода в свет этой статьи синтез гена будет закончен. Совокупность всех перечисленных исследований дала

Хоране высокое звание нобелевского лауреата.



Нобелевские премии 1968 г. по физиологии и медицине присуждены за открытия в области молекулярной биологии. Это лишний раз подтверждает огромные возможности исследования физиологических явлений на молекулярном уровне и высокую продуктивность сочетания методов химии, физики и биологии.

Член-корреспондент
АН СССР
А. А. Баев

Институт молекулярной биологии АН СССР
Москва

УДК 577.1

Отпечатки наших пальцев

И. С. Гусева

Кандидат биологических наук
Брест

В Филдовском музее естественной истории (США) хранится глиняная китайская печать, относимая к III в. до н. э., на которой отчетливо виден отпечаток большого пальца. Эта печать может рассказать о многом. В частности, и о наблюдательности человека, давно подметившего неповторимость рисунка кожного рельефа пальцев. Отпечаток большого пальца использовался вместо подписи в Вавилоне, Индии, Китае, Тибете, реже в Европе. А в санскритском языке понятия «печать» и «оттиск пальца» выражались одним словом.

Действительно, рисунок кожного рельефа пальцев и ладоней человека неповторимо индивидуален. Даже у однояйцевых близнецов, сходство которых порой настолько велико, что их путают близкие люди, пальцевой и ладонный узоры различны.

Изучением структуры кожного рельефа пальцев, ладоней и стоп занимается особый раздел биологии, получивший научно обоснованное право на жизнь в XIX в. в результате работ выдающегося чешского биолога, известного своими работами в области физиологии зрения, эмбриологии, анатомии и микроанатомии, автора первой классификации рисунков кожного рельефа пальцев, Яна Евангелиста Пуркинью, и основателя биометрии и евгеники, Фрэнсиса Гальтона, двоюродного брата Ч. Дарвина. В 1926 г. этот отдел биологии приобрел и свое собственное имя — дерматоглифика, предложенное американскими учеными Х. Камминсом и Ч. Мидло (гр. *δερμα* — кожа, *γλυφω* — гравировать).

Методы дерматоглифики нашли ши-

рокое применение в криминалистике и судебной медицине для опознания личности, при исследованиях рас человека, а в последние десятилетия и в медицинской генетике при изучении ряда хромосомных заболеваний.

Тонкий рельеф кожной поверхности пальцев, ладоней и стоп человека представлен системой эпидермальных гребешков. Каждый эпидермальный гребень охватывает два ряда сосочков более глубоких, дермальных, слоев кожи. В сосочек входят кровеносные капилляры и чувствительные нервные окончания, выполняющие осязательную функцию: шероховатость поверхности, форма и консистенция предмета воспринимаются благодаря чувствительным кожным сосочкам.

В связи со структурными и функциональными особенностями система кожных гребней получила двойное название: папиллярный (от лат. *papilla* — сосочек), или тактильный (от лат. *tactilis* — осязательный), узор. Кроме мелкой, папиллярной, гравировки, поверхность пальцев, ладоней и стоп изрезана и более глубокими, флексорными (от лат. *flexio* — сгибание), или сгибательными, бороздами. Папиллярный узор пальцев формируется на третьем — пятом месяцах эмбрионального развития, и та картина в строении кожного рельефа, которая наблюдается у шестимесячного плода, сохраняется постоянной и у взрослого человека: то же расположение линий, то же их количество. В процессе роста изменяется лишь толщина гребней и их плотность, приходящаяся на единицу поверхности.

Несмотря на сугубо индивидуальный характер кожного рисунка, все многообразие кожных узоров можно сгруппировать в три основных типа: дуги, петли и завитки. Дуга — наиболее простой рисунок, пересекающий поперек пальцевую подушечку. Петли и завитки занимают не все поле пальцевой подушечки, они как бы вписаны в контурную рамку, образованную системой дугообразно расположенных гребней. Завитки — замкнутый узор; петли — открыты либо с ульнарной (по направлению к мизинцу), либо с радиальной (по направлению к большому пальцу) стороны. Иногда встречаются и более сложные узоры: двойные петли, сложные завитки.

Для петель и завитков характерно наличие так называемых дельт, расположенных в месте схождения тройного тока линий: краевой линии петли или завитка и двух линий контурной рамки. Аналогичные образования имеются и на ладонях: четыре основных пальцевых трирадиуса, наряду с которыми могут встречаться и межпальцевые дельты, а также осевой трирадиус, расположенный в центральной части ладони или смещенный к запястью.

Основные типы папиллярного узора пальцев и их многообразные переходные варианты встречаются у представителей всех рас; но в различных популяциях преобладают разные кожные рисунки. При этом наблюдается определенная закономерность в их распределении. Так, в целом, у европеоидов петлевые узоры встречаются чаще, чем у мон-

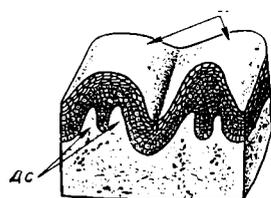
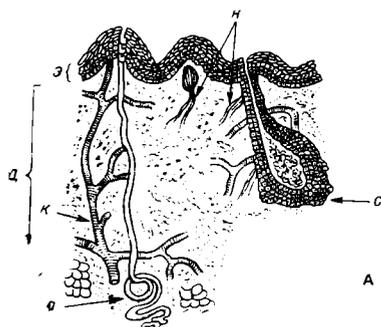


Схема строения кожи: А — поперечный разрез через верхние слои кожи, эпидермис (э), и собственно кожу, дерму (д). В дермальном слое видны кровеносные сосуды (к), нервные волокна (н), потовые (п) и сальные (с) железы. Б — реставрация кусочка гребешковой кожи. Видны сосочки дермального слоя (дс), двойные ряды которых охватываются эпидермальным гребнем (ээ)

Расовые вариации основных типов папиллярного узора¹

Расы и области земного шара	Процент узора в популяции		
	дуги	петли	завитки
Европеоиды Европы	4—7	61—70	21—40
Европеоиды Африки, Ближнего Востока и Азии	0—3	51—60	31—40
Монголоиды Азии и Америки	0—3	41—50	41—50
Монголоиды Океании	0—3	51—60	41—50
Негроиды Океании	0—3	31—40	51—60
Негроиды Африки	4—7	61—70	21—30

¹ См. Marie-Claude Chamla. La repartition géographique des crêtes papillaires digitales dans le monde. Essai de synthèse. «Anthropologie», 1963. № 1—2.

голоидов Азии и Америки, и наоборот, завитки — реже.

Групповая изменчивость типов папиллярного узора и некоторых других характеристик кожного рельефа дает возможность антропологам-расоведам использовать признаки дерматоглифики, наряду с комплексом иных морфологических показателей, при исследовании проблем происхождения рас и отдельных человеческих популяций. Решая эти задачи, исследователь оперирует только групповыми данными.

Если посмотреть на папиллярный рисунок всех десяти пальцев обеих рук, то у различных людей, относящихся к любой расовой группе, общая фенотипическая картина тактильного узора представлена одним из шести возможных вариантов: либо на всех пальцах будет однотипный узор (только дуги, только петли, только завитки); либо двутипный (дуги и петли, петли и завитки), либо, наконец, трехтипный (и дуги, и петли, и завитки).

Тип папиллярного узора имеет явно наследственный характер. Но наследуется не вид узора для каждого отдельного пальца, а генотип общей модели.

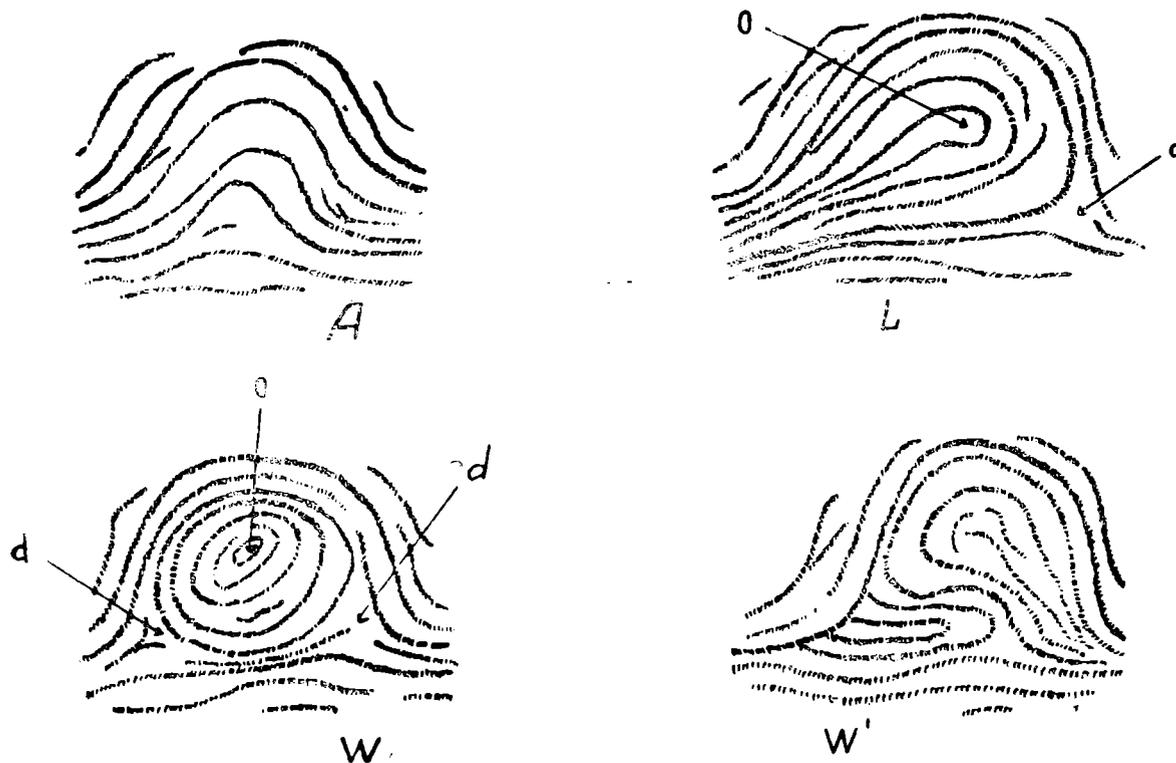
Начиная с конца 20-х годов нашего столетия, ученые высказывали ряд гипотез относительно характера наследования признаков дерматоглифики, количества генов, детерминирующих формирование узора, их хромосомной локализации. Однако

и по сей день вопросы эти окончательно не решены. Установлено лишь, что тип папиллярного узора пальцев не имеет сцепления с полом, т. е. гены, лежащие в основе его формирования, располагаются не в половых хромосомах и число их относительно невелико. Значительный вклад в изучение наследования кожного рельефа вносят данные практической медицины.

При некоторых наследственных заболеваниях, вызванных нарушениями в хромосомной системе (избытком или недостатком хромосом, потерей отдельных участков хромосомы), наблюдаются изменения в структуре кожного рельефа пальцев, ладоней и стоп. Выяснение зависимости этих изменений от хромосомной патологии дает, с одной стороны, материал для более глубокого анализа генетической природы признаков дерматоглифики, а с другой — определяет комплекс отклонений в структуре кожного рельефа, который может быть использован для ранней диагностики заболевания.

Лучше других изучены изменения в признаках дерматоглифики при болезни Дауна (трисомия по 21-й хромосоме). Причина этого заболевания, вызывающего задержку умственного и физического развития, — присутствие в кариотипе, т. е. наборе хромосом, лишней третьей хромосомы 21.

У больного наблюдается ряд отклонений в признаках дерматоглифики. На пальцах преобладают петлевые узоры, причем на четвертом и пятом



пальцах довольно часто встречается радиальная петля, а в норме это редкое исключение. Почти в 75% случаев на большом пальце стопы имеется узкая петля или совершенно открытое поле. Вместо трех типичных сгибательных борозд ладони их чаще две или одна; наряду с этим, много небольших глубоких бороздок. Часто встречается глубокая поперечная борозда, идущая поперек ладони. На стопе может быть глубокая продольная борозда, берущая начало от промежутка между первым и вторым пальцами. Редко встречается (10—20% случаев), но имеет надежное диагностическое значение структура сгибательной области мизинца, где у больного вместо нормальных двух лишь одна сгибательная борозда. Особое внимание при диагностике болезни Дауна обращается на положение ладонного осевого трирадиуса f . Если соединить его с крайними пальцевыми трирадиусами, то образовавшийся угол afd , как правило, в норме оказывается меньше 57° . У 87—90% больных он превышает 57° .

Изменения в структуре кожного рельефа при болезни Дауна настолько характерны, что, по словам Е. Ф. Давиденковой, И. И. Штильбанс и Д. К. Верлинской (Ленинград), всесторонне изучавших клинику и диагностику данного заболевания, диагноз может быть установлен на основании исследования одной только дерматоглифики, даже без учета специфических отклонений в других морфологических признаках. Так как папиллярный узор и основные сгибательные борозды формируются еще в утробном периоде, то нарушения в дерматоглифике заметны уже в первые дни жизни ребенка и на основании их изучения можно констатировать заболевание. К сожалению, «этот важный метод,— пишет Е. Ф. Давиденкова,— мало используется в настоящее время врачами, однако его простота и диагностическая точность обещают ему большое будущее»¹.

Основной тип папиллярного узора —

¹ Сб. Болезнь Дауна. Клинические и цитогенетические исследования. Под ред. проф. Е. Ф. Давиденковой. Изд-во «Медицина», 1966, стр. 7.

Схема основных типов папиллярного узора пальцев человека: А — дуги, L — петли, W — завитки, W' — сложные узоры; O — центр узора, d — дельта

это общее, типологичное в структуре кожного рельефа; мелкие детали строения, минуции, соотношения отдельных элементов рисунка — это частное, индивидуальное. Несколько слов об индивидуальности папиллярного узора. Как и любая сугубо индивидуальная черта, тактильный узор не поддается обобщению, поэтому обычай брать отпечатки пальцев при приеме детей в приют, еще недавно распространенный на Востоке, имеет глубокий смысл. В следах пальцев египтянина или ассирийца, оставленных ими на глиняных табло, также живет индивидуальное «Я».



Отпечатки пальцев. Слева, сверху вниз,— основные типы папиллярного узора: завиток (W), петля (L), дуга (A). Справа — сложные и переходные варианты папиллярного узора

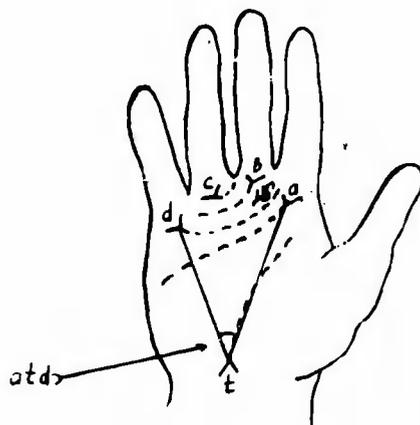


Схема расположения трирадиусов на ладони человека: a, b, c, d — пальцевые трирадиусы, от них идут главные ладонные линии (пунктир); т — межпальцевый трирадиус; t — осевой (проксимальный) трирадиус; $\angle atd$ — главный ладонный угол

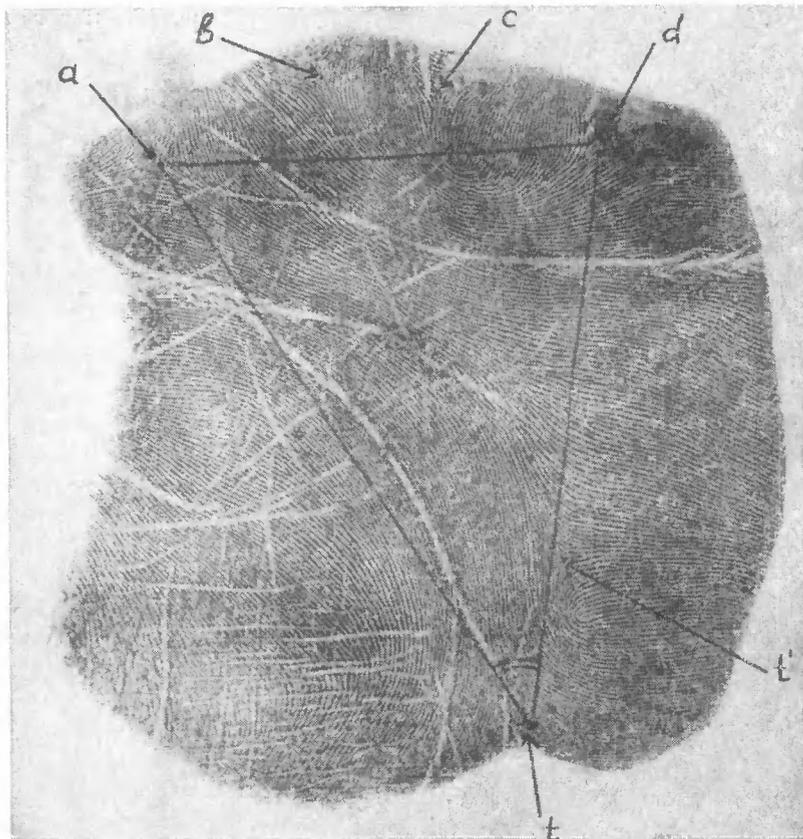
Отпечаток левой руки женщины. Видны линии папиллярного узора и глубокие флексорные борозды

По расчетам Ф. Гальтона (1892 г.), может существовать 64 миллиарда вариантов папиллярного узора пальцев, различия которых могут быть точно установлены. Поистине неисчерпаема индивидуальность структуры кожного рельефа пальцев человека! Эта морфологическая черта давно привлекла внимание криминалистов. Путем сопоставления отпечатков пальцев, оставленных на месте преступления, с отпечатками пальцев задержанных и подозреваемых людей безошибочно устанавливается личность преступника. Принцип работы дактилоскопического (гр. *δακτυλος* — палец, *σκοπέω* — смотрю) бюро строится на основе числовой классификации, один из первых вариантов которой был разработан Ф. Гальтоном и усовершенствован Е. К. Генри (1905 г.). Смысл ее заключается в числовом выражении папиллярного узора. Пальцы правой и левой рук нумеруются по порядку, начиная с первого, большого, пальца правой руки и кончая пятым пальцем, мизинцем, левой, так что за каждым пальцем закреплен определенный числовой индекс от 1 до 10.

Рука	Правая					Левая				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Число- вой номер пальца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Далее составляются дробные отношения таким образом, что все четные пальцы оказываются в числителе, а нечетные — в знаменателе: $\frac{2}{1}$,





Отпечаток правой ладони мужчины. Видны мелкие папиллярные линии, глубокие флексорные борозды и ладонные трирадиусы: a, b, c, d — пальцевые трирадиусы; t и t' — проксимальные осевые трирадиусы; $\angle atd$ — главный ладонный угол

Классификация по наличию завитков — первичная. Далее аналогичным образом узор классифицируется по наличию дуг, радиальных и ультра-нальных петель. Затем учитывается число гребней в узоре и, наконец, мельчайшие индивидуальные штрихи рисунка: присутствие и локализация разорванных гребешков, черточек и точек. В итоге человек получает свою индивидуальную дактилоскопическую формулу, которую нельзя отождествить с дактилоскопической характеристикой других людей.

Представленная здесь схема числовой классификации папиллярного узора и лежит в основе работы дактилоскопистов. Числовая классификация узора весьма облегчает регистрацию и составление картотек пальцевых отпечатков. Точность метода дерматоглифической идентификации настолько велика, что по одному, иногда даже неполному, отпечатку пальца можно установить личность, которой он принадлежит. Ученые пытаются ответить на вопрос, можно ли вывести полную дактилоскопическую формулу по нескольким известным отпечаткам пальцев рук.

В последнее десятилетие расширился фронт работ в области изучения групповых вариаций папиллярного узора. Антропологи составляют и уточняют карты распределения типов узора по земному шару.

Анализируя данные наблюдений над популяциями, семьями и близнецами, биологи и медики изучают генетическую природу признаков дерматоглифики, возможности использовать дерматоглифические показатели в диагностике хромосомных заболеваний, в решении вопросов спорного отцовства.

УДК 343.977.33

$\frac{4}{3}, \frac{8}{5}, \frac{6}{7}, \frac{10}{9}$. Рисунок определенного вида на пальцах, образующих первую дробь, выражается числом 16 (для числителя и знаменателя отдельно), вторую дробь — 8, третью — 4, четвертую — 2 и пятую — 1 (принцип убывающей геометрической прогрессии). Если на всех пальцах имеется, например, завитковый узор, это обозначается в виде следующих дробей: $\frac{16}{16}, \frac{8}{8}, \frac{4}{4}, \frac{2}{2}, \frac{1}{1}$. В случае отсутствия данного рисунка пишется нуль.

Для получения характеристики узора десяти пальцев числа, стоящие в числителе (а также в знаменателе), суммируются. А поскольку необходимо учесть еще и нулевое значение — отсутствие узора, то к сумме прибавляется единица. В результате проделанной операции получается дактилоскопическая формула завиткового узора, которая в данном примере имеет вид: $\frac{32}{32}$.

По этому принципу легко составляется любая индивидуальная формула

узора. Допустим, например, что узор в виде завитка есть на первом и третьем пальцах правой руки, первом и пятом пальцах левой руки, т. е., говоря языком чисел, $\frac{0}{16}, \frac{0}{8}, \frac{4}{0}, \frac{0}{0}, \frac{1}{0}$, или суммарно $\frac{5}{24}$. Окончательная дактилоскопическая формула для завитков на пальцах данного индивида выглядит так: $\frac{6}{25}$.

Для того чтобы расшифровать дактилоскопическую формулу определенного узора, от числителя и знаменателя данной дроби отнимают по единице и расписывают суммарную формулу в виде дробей. Например, если дактилоскопическая формула для завитков представлена дробью $\frac{27}{15}$, то, отнимая по единице от числителя и знаменателя, получаем дробное выражение $\frac{26}{14}$, которое характеризует систему: $\frac{16}{0}, \frac{8}{8}, \frac{0}{4}, \frac{2}{2}, \frac{0}{0}$ (и только эту систему!). Таким образом, в данном случае завитковый узор имеется на втором, третьем, четвертом и пятом пальцах правой руки и на втором и третьем пальцах левой руки.

Ветер и облака в час восхода солнца

Н. И. Новожилов
Кандидат географических наук
Ленинград

«Но светлых облаков грядя
Уж утро возвещает».

Эти строчки из стихотворения В. А. Жуковского, посвященного Бородинской битве, метко отражают характерное для атмосферы явление. Мы не знаем, видел поэт гряды облаков, о которой писал в своем стихотворении, над Бородинским полем или в другом месте. Во всяком случае, облачная гряда перед восходом солнца не может рассматриваться как чисто поэтический образ.

С первым солнечным лучом пробуждается природа. Весь животный и растительный мир реагирует на этот луч неповторимым движением, сбрасывающим оцепенение ночи. Особые движения в час восхода Солнца присущи и атмосфере. Нижний ее слой реагирует на наступление дня даже несколько раньше, чем органический мир, потому что он раньше земной поверхности освещается первыми лучами. С характерным движением в этом слое — с особым ветром — связаны и особые облака, которые возникают только в этот час.

Что же создается в нижнем слое атмосферы ко времени восхода Солнца?

За ночь воздух сильнее всего охлаждается у земли, поэтому к утру здесь становится холоднее, чем в более высоких слоях. Иными словами, в нижнем слое создается температурная инверсия, которая за ночь распространяется примерно до 500 м, причем выше зимой, чем летом. Это явление температурной инверсии известно до-

статочно хорошо. Однако с ним связано другое, менее известное — образование облачных валов.

Вблизи верхней границы инверсии ветер к утру становится наиболее сильным по сравнению с другими уровнями нижнего слоя атмосферы. Здесь возникает ветровая струя (мезоструя), которая, как и инверсия, над одними участками местности располагается выше, а над другими ниже, приобретая волнообразный характер. Среди ученых пока нет единого мнения относительно причин образования мезоструй, и этого вопроса мы касаться не будем. Мезоструи характерны для всех климатических зон Земли, однако в одних районах они наблюдаются чаще, в других — реже. Лучшее всего они известны летчикам, совершающим регулярные утренние рейсы на малых высотах. В США, например, на пространстве Великой равнины мезоструи получили у летчиков название «ветра восходящего Солнца». На участках снижения мезоструи, у земли, в период ночной или утренней тишины появляется внезапный кратковременный ветер.

На верхней границе инверсии, как на упругой поверхности, нередко возникают воздушные волны, подобные волнам на воде. Если амплитуда волны оказывается достаточной, чтобы на участке подъема произошло образование облаков, то в зоне волны возникает облачный, обычно крутящийся вал, как бы протянутый вдоль всей видимой части небесного свода от одного края горизонта до другого. Волновое движение на границе инверсии захватывает, как правило, лишь отдельные участки и ограничи-

вается одним опусканием и одним подъемом потока. Амплитуда колебаний после первой же волны обычно резко уменьшается, и поэтому весь эффект колебаний над местом наблюдения чаще всего выражается одним единственным облачным валом. Вал возникает внезапно и, подхваченный мезоструей, быстро проносится по небесному своду. Это явление характерно именно для часа восхода Солнца, когда инверсия, мезоструя и волновые движения достигают наибольшего развития. По мере нагревания воздуха инверсия исчезает, вместе с ней разрушается или заметно ослабевает мезоструя, и нет уже волновых движений, способных создать облачные валы. Когда над землей расположен слой облаков, нагревание неизбежно запаздывает и облачные валы могут появиться в более поздний утренний час.

Следует заметить, что крутящиеся облачные валы удается видеть все же не часто. Образование их над местом наблюдения в значительной мере случайно, они могут возникнуть вдали от данного места, и тогда наблюдатель увидит лишь отдельные клочья облаков, остающиеся после распада вала.

Мне пришлось наблюдать такой вал ранним утром 8 июля 1960 г. на Карельском перешейке, в районе Лемболовских озер. Небо в то утро было затянуто пеленой слоисто-дождевых облаков на высоте около 1000 м, скорость западного ветра не превышала 2 м/сек. В 5 час. 30 мин. в юго-восточной части горизонта над ле-

сом показалась необычно плотная облачная гряда, будто бы катившаяся по земле. Верхняя кромка ее, ровная на всем протяжении, отливала белизной снегового хребта. С каждой минутой гряда приближалась, вскоре неожиданно стала видна ее нижняя граница, и под грядой открылся горизонт. Было очевидно, что это движется облачный вал. Высота его над землей 150—200 м, ширина — около 50 м, протяженность — вдоль всей видимой части небесного свода; на боковой поверхности хорошо отличались признаки кручения. По мере приближения вала контуры его быстро стусевывались, а когда он проходил над головой, были видны лишь низкие разорванные облака. Прозрачный до этого воздух сделался вдруг туманным.

Пройдя через зенит и оказавшись на другой стороне небесного свода, вал снова приобрел четкие, как бы отполированные контуры. Сверкая белизной на фоне более высоких облаков, он удалялся с той же хорошо заметной скоростью, как и приближался. Ветер при этом перешел на юго-восточный, но не превышал 3 м/сек. Весь видимый путь от одного края горизонта до другого — около 15 км — вал прошел за 30 мин, т. е.

скорость его была не менее 8 м/сек. Быстрое смещение облачного вала может происходить не только за счет ветра, но и в результате стремительного распространения волнового процесса по поверхности инверсии. Однако в данном случае вал двигался именно по ветру, в потоке мезоструи, ибо когда он находился над головой, было отчетливо видно, что облачная масса не формируется заново на каждом новом участке (это наблюдалось бы в случае быстрого перемещения самой волны). Перепад скорости ветра от земли до уровня мезоструи на расстоянии 150—200 м составлял 5 м/сек, т. е. был обычным для низких мезоструй.

Заметим, что в литературе наибольшую известность получили крутящиеся облачные валы впереди грозовых облаков, тогда как валы описанного типа — предвестники наступления в нижней атмосфере дневного процесса — известны значительно меньше.

Несколько слов о возможности наблюдения утренних гряд облаков с помощью метеорологического спутника.

Результаты ночного выхолаживания атмосферы наиболее ярко проявляются вблизи линии терминатора — той линии, которую впервые увидел

из космоса Гагарин как радужную полосу. Если космонавты когда-нибудь пройдут вдоль терминатора с его дневной стороны, они, надо надеяться, увидят эти облачные гряды, возвещающие наступление утра. По-видимому, гряды можно наблюдать в зоне шириной не менее 100 км, хотя эта зона, «катящаяся» вслед за терминатором к западу, и не будет непрерывной: на участках сплошной облачности она останется недоступной для наблюдения, а на участках ненастной погоды вообще не возникнет. По мере смещения она должна непрерывно расчлениваться на все новые и новые участки, и на каждом из них будут возникать все новые и новые гряды.

По своему физическому смыслу утренние гряды облаков — вполне надежные индикаторы тех специфических условий вблизи земной поверхности, когда легче всего осуществляются мезомасштабные и локальные волновые движения. Но в какой мере окажется доступным использование этих гряд на практике, в целях диагноза приземных условий — покажет будущее.

УДК 551.576

Загадка Жаманшина

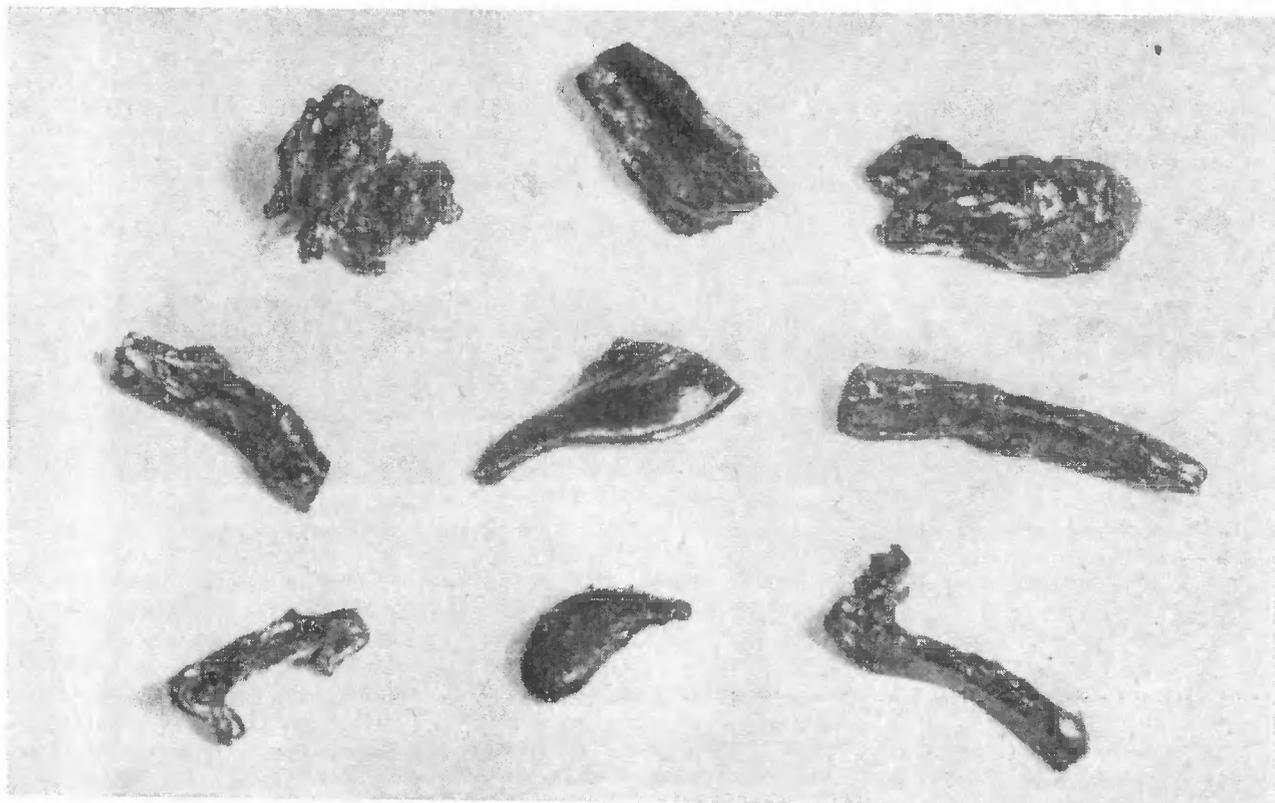
Л. Г. Кирюхин, П. В. Флоренский
Кандидаты геолого-минералогических наук
Ю. С. Соболев
Москва

Между Аральским морем и Мугоджарами (южная оконечность Урала), среди песчаной и каменистой безводной пустыни затерялось урочище Жаманшин. По-казахски это означает «плохая земля». И это действительно так: до ближайших колодцев — десятки километров; здесь не встретишь людей, юрт, отар овец — лишь стада сайгаков, убегая, поднимают пыль да орлы неподвижно сидят на вершинах сопок.

Что привело нас в эти места? Както мы получили отсюда образцы черных шлаков, стекол и легкой сахарно-белой пемзы, которые, как известно, образуются при извержениях современных вулканов. Однако этот район расположен в пределах Урало-Сибирской древней платформы (В. А. Вахромеев, А. Л. Яншин, 1940), где проявления мезозойской или более молодой вулканической деятельности, с которыми могли бы быть связаны по-

добные шлаки, стекла и пемзы, практически неизвестны. Поэтому мы решили побывать непосредственно в поле, чтобы выяснить, как они сюда попали.

Были предложены три гипотезы: либо это продукты извержения вулкана, либо металлургические шлаки древнего человека, либо осколки метеорита. Геологи, которые привезли нам образцы, не без ехидства заметили: «А может быть, это место



посадки космического инопланетного аппарата, вроде того, который придумали фантасты для тунгусской катастрофы!»

Урочище Жаманшин — обширная изометрическая впадина диаметром в 10—15 км, пересеченная пересохшими оврагами. Первое, что бросилось в глаза,— это разбросанные повсюду многочисленные застывшие стеклянные капельки причудливой формы. Их внешний вид позволяет думать,

что они сформировались при застывании летящего в воздухе расплавленного вещества. Они встречаются и в западной части урочища, где обнажены метаморфизованные и дислоцированные палеозойские и протерозойские черные сланцы и серые известняки, и в восточной части, сложенной слабо метаморфизованными верхнепалеозойскими темными «эффузивами», бурыми туфопесчаниками и туфоконгломератами. Поля распространения этих осадков разделя-

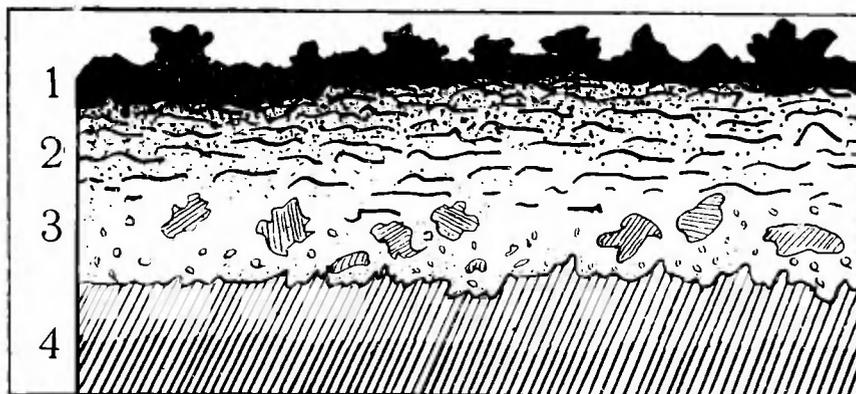
Кусочки и брызги застывшего стекла, разбросанные по сопкам в урочище Жаманшин

Химический анализ отложений

Окислы Образцы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	F	Сумма
Темное стекло из кровли потока	72,98	1,00	14,08	0,87	3,87	0,11	0,86	0,77	1,47	2,55	0,90	0,14	0,03	99,63
Стекло, смешанное с пемзой (середина потока)	77,62	0,67	10,74	1,09	3,07	0,09	0,80	0,68	2,02	3,00	0,04	0,16	0,02	100,00
Пемза (подоплыва потока)	93,12	—	0,09	0,50	0,14	—	0,19	0,08	0,03	0,03	0,82	—	—	100,00

Разрез потока в борту разведочной канавы: 1 — кровля потока, представляющая собой стекловидную сильно пористую корку; 2 — средняя часть, сложенная более плотной стекловидной массой; 3 — нижняя часть, сложенная пористым пемзовым веществом, содержащим обломки подстилающих пород; 4 — глины палеогена (обожженные глины в контакте с потоком показаны более темным оттенком)

Рис. П. В. Флоренского



ются системой разломов северо-северо-восточного простирания, по которым происходили когда-то перемещения земной коры.

В северо-восточной части урочища, как на породах палеозоя и протерозоя, так и на перекрывающих их пологозалегающих палеогеновых отложениях, лежат глыбы черных шлаков. По разрезу они неоднородны: в верхней части залегает стекловидная сильно пористая корка со следами течения; средняя часть сложена более плотной стекловидной массой; нижняя — рыхлым пористым пемзовым веществом, содержащим многочисленные обломки подстилающих пород. В тех местах, где шлаки лежат непосредственно на зеленых глинах палеогена, последние приобретают красный цвет на глубину до 1,5 м. Контакт шлаков с глинами неровный, с многочисленными заливами и карманами. В самих же шлаках обычные куски и глыбы (0,2—0,3 м) обожженных красных палеогеновых глин.

Несомненно, такое строение этих образований свидетельствует об излиянии расплавленного силикатного вещества. По-видимому, в процессе излияния нижняя часть потока, обжигая подстилающие породы, изменяла их, сама при этом вспениваясь. Мощность шлаков колеблется от 0,5 до 2,5 м, а ширина потоков достигает 10—25 м. Под микроскопом видно, что шлаки и стекла сложены нераскристаллизованным стеклом; лишь

изредка в них заметны мельчайшие (до 0,002 мм) кристаллики альбита. Эти шлаки, несомненно, очень молодые, они не имеют никаких следов вторичных изменений. С распространенными здесь же верхнепалеозойскими туфами и эффузивами у них нет ничего общего.

Очень интересные результаты дал химический анализ: черное стекло, образующее корку, совершенно иного состава, чем белая пемза в подошве шлакового потока¹.

В подошве потока расплавленная масса, соприкасаясь с лавой, вспенивалась, образуя пемзу, составленную почти целиком из SiO_2 . К кровле потока количество других компонентов, свойственных обычным горным породам, возрастает.

Таким образом, есть основания утверждать, что в урочище Жаманшин встречены молодые (послепалеогеновые) переплавленные шлаки, стекла и пемзы. В пользу наиболее вероятного предположения, что это продукты извержения молодого вулкана, говорит их залегание вблизи зоны разломов, по которым силикатный расплав мог достигнуть поверхности. Обнаруженные в Жаманшине признаки новейшего вулканизма, несомненно, имеют важное теоретическое значение и в дальнейшем, видимо, по-

требуют пересмотра ряда тектонических построений.

Но, может быть, эти шлаки образовались при выплавлении руды нашими предками? Известно, что на Мангышлаке и в Центральном Казахстане встречаются сходные образования. Против этого предположения есть, однако, ряд доводов. Во-первых, отсутствие в шлаках (до данным анализом) повышенного содержания рудных металлов, которые обычны для древних металлургических шлаков. Во-вторых, в урочище Жаманшин не обнаружено никаких следов материальной культуры.

Третья гипотеза связывает эти образования с космосом. Возможно, их происхождение имеет что-то общее с тектитами, проблема которых в настоящее время все больше волнует умы многих исследователей, или с ливийским стеклом, образовавшимся в Африке при переплавлении пород от удара метеорита. Химический состав тектитов напоминает состав шлаков, а внешне они очень похожи на капельки. Может быть, шлаки образовались при ударном переплавлении? Среди американских ученых особенно распространено мнение, что многие изометрические впадины на Земле образовались, подобно Аризонскому кратеру, при ударе метеоритов. Пока все это лишь предположения. Итак, загадка Жаманшина ждет своих исследователей.

¹ Анализы выполнены в Центральной лаборатории прикладной геохимии Н. М. Харитоновой и Э. Р. Вихровой.

Как оценить труд ученого?

З. М. Мульченко
Москва

Науковедение — одна из самых молодых областей знания — находится еще в стадии становления. Чтобы стать полноправной и самостоятельной наукой, науковедение должно быть вооружено методами, основанными на изучении количественных характеристик. В этом направлении работают многие ученые. Проф. В. В. Налимов и З. М. Мульченко, которые рассматривают науку как информационный процесс, предлагают оценивать эффективность труда ученого, исходя из количества ссылок на его работы. Об этом рассказывается в статье З. М. Мульченко, публикуемой в порядке обсуждения.

Наука — это сложное явление, и его можно изучать в различных аспектах. Назовем некоторые из них: наука как информационная система, логика развития науки, социологические и демографические проблемы развития науки, психология научного творчества и др. Мы ограничились кибернетическим подходом и рассматриваем информационную модель развития науки.

Эта модель описывает науку как процесс получения новой информации. Точнее говоря, в рамках нашей модели наука — это самоорганизующаяся система, развитие которой управляется ее информационными потоками. Научные публикации мы рассматриваем как носителей информации, научные журналы — как каналы связи, а библиографические ссылки в научных публикациях — как особый ассоциативный язык научной информации.

В связи с кибернетическим подходом к изучению науки как информационного процесса появилась новая область исследований — наукометрия, которая широко использует количественные методы. Если первым этапом в наукометрии было исследование роста носителей информации¹,

то вторым этапом стало изучение языка научных ссылок. Почему мы считаем систему научных ссылок особым кодовым языком? Каждая публикация базируется на некотором множестве ранее высказанных идей. Эти идеи могут быть достаточно новыми, тем не менее автор научной публикации обычно не останавливается на их изложении, а ограничивается ссылками на статьи, в которых эти идеи были высказаны впервые. Ученые часто используют этот кодовый язык, чтобы получить некоторое представление о публикации, не читая ее. Допустим, вы просматриваете журнал по вашей специальности и встречаетесь с большой и трудной статьей; допустим, далее, что ее название вам ничего не говорит, имя автора — тоже, а краткая аннотация отсутствует или написана крайне невнятно. Тогда целесообразно обратить внимание на ссылки: если среди них есть знакомые имена и известные вам публикации, то вы получаете представление о круге вопросов, который может здесь рассматриваться. Язык научных ссылок — это язык ассоциативный. Ссылка в публикации представляет собой знак, отсылающий читателя к ранее опубликованной работе, богатой интересными идеями.

Можно считать, что содержание научных публикаций закодировано библиографическими ссылками. Причем это кодирование в каком-то смысле более точное и более гибкое, чем

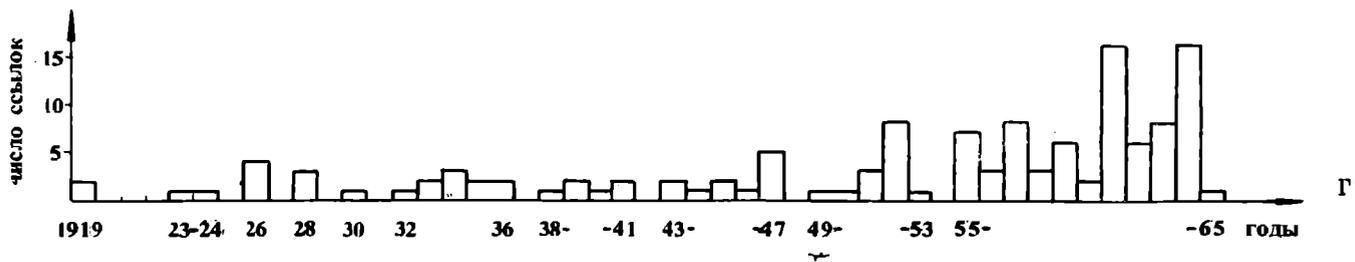
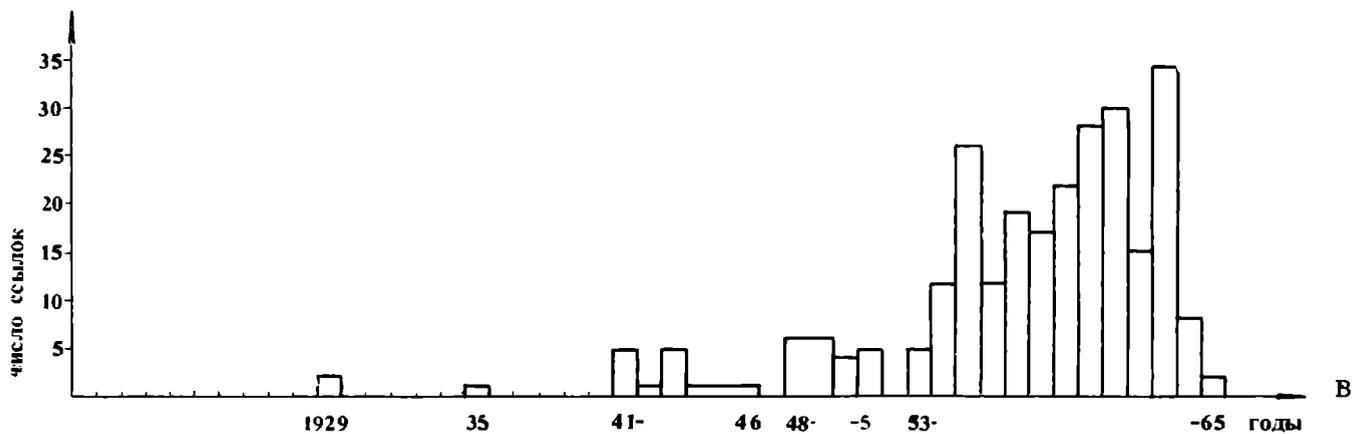
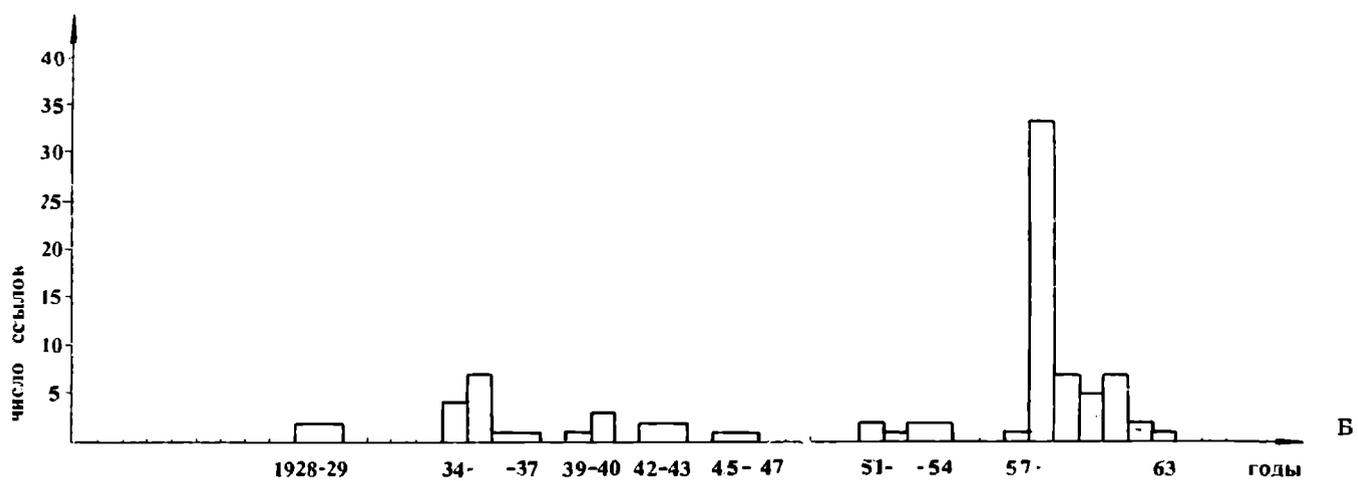
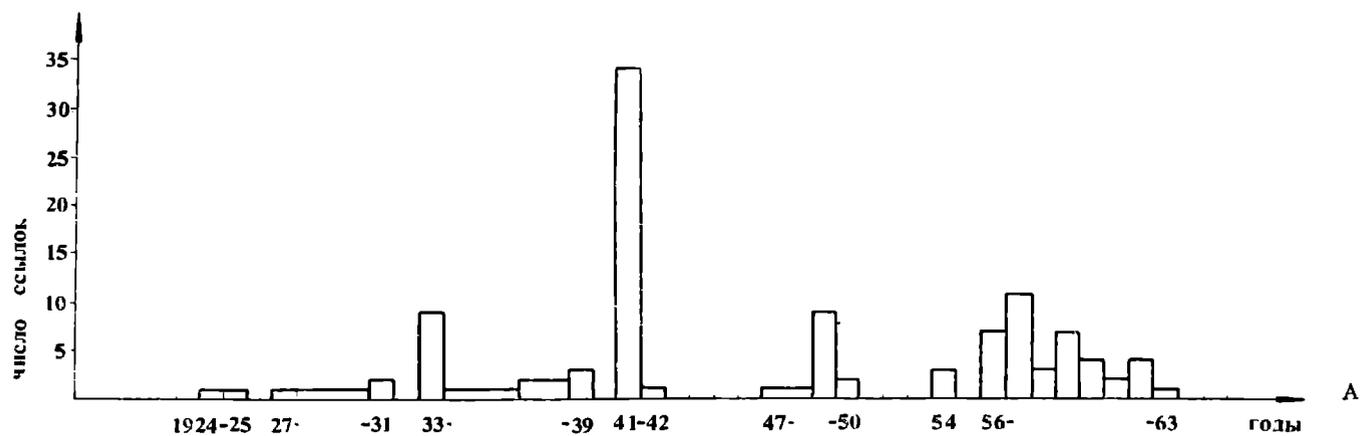
кодирование дескрипторами¹. Ю. Гарфилд, директор Института научной информации в США, приводит такой пример. Он взял хорошо известную, богатую идеями статью Селье (H. Selye) об общем адаптационном синдроме. Просматривая один из медицинских журналов за пять лет, Гарфилд отобрал 23 публикации, в которых есть ссылки на статью Селье. Темы этих статей весьма различны, а работа Селье в их тексте иногда даже не упоминается. Примечательно, что в хорошо известном справочнике «Quarterly Cumulative Index Medicus» ни одной из этих 23 статей не оказалось под рубрикой «Адаптация», куда попала исходная статья Селье. Это показывает, что близкие по идеям публикации трудно обнаружить на основании дескрипторной индексации, которая скорее охватывает формальное, чем идейное содержание статьи.

Как же с помощью языка научных ссылок мы изучаем развитие информационных потоков в науке? Систематические исследования такого рода стали возможны лишь после того, как по инициативе Ю. Гарфилда начал издаваться библиографический справочник нового типа, получивший название «Science Citation Index», сокращенно SCI².

¹ Подробнее об этом см.: Г. Г. Воробьев. Наука, ученый, информация. «Природа», 1968, № 1. М. М. Кесслер. Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing. «American Documentation», v. 16, 1965, № 3, pp. 223—233.

¹ Дескрипторы — это четко очерченные понятия, с помощью которых кодируется содержание публикаций.

² Полное описание SCI можно найти в статье: Р. С. Гиляревский, З. М. Мульченко, А. Н. Терехин, А. И. Черный. Опыт изучения «Science Citation Index». Сб. «Прикладная документалистика», Изд-во «Наука», 1966.



Для построения этих гистограмм были использованы данные «Индекса ссылок в научной литературе» за 1965 г. для четырех советских академиков с мировым именем. А — ученый-математик, Б, В, Г — химики. Гистограммы показывают распределение цитируемых работ по годам их опубликования

Это издание, известное в нашей стране под названием «Индекс ссылок в научной литературе», оказалось тем библиографическим инструментом, с помощью которого можно изучать процесс взаимопроникновения наук, стирания граней между ними. В лаборатории статистических методов МГУ была проведена такая работа. По SCI за 1965 г. анализировалось проникновение в различные области знаний следующих математических методов исследования: планирование экстремальных экспериментов, дисперсионный анализ, теория случайных функций, динамическое программирование, метод максимума. Были выявлены все публикации по химии, физике, металлургии, биологии, в которых есть ссылки на ученых, имеющих отношение к одному из указанных выше направлений.

По каждому направлению были составлены полные библиографические списки цитируемых авторов. В эти списки, естественно, вошли как авторы, предложившие новые методы, так и авторы, развивающие и разъясняющие эти методы в обзорах и монографиях. Анализ публикаций, приведенных в таких списках, позволяет нам понять, где, когда, как и для каких задач применяются математические методы. В некоторых случаях удается даже оценить степень корректности новых методов и их эффективность. Можно также получить представление о трудностях, с которыми приходится сталкиваться при практическом применении новых методов. Если мы сумеем продолжить эту работу в течение ряда лет, то

надеемся получить данные, которые позволят нам обсуждать вопрос об изменении системы преподавания математики на естественных факультетах, о математической переподготовке некоторых специалистов, об обеспечении различных лабораторий вычислительной техникой и пр.

«Индекс ссылок в научной литературе» помогает следить за развитием отдельных направлений. Теперь можно строить графики, откладывая по оси абсцисс годы, по оси ординат — число ссылок на основных авторов в этой области. Такие кривые, дающие картину роста научного направления, можно будет разумно экстраполировать и составлять краткосрочные прогнозы. Одновременно появится новый способ изучать влияние национальных и других барьеров на распространение научных идей.

Каждый ученый получит возможность узнать, где и когда цитировалась его работа, кем развиваются его идеи. Это система обратной связи между автором и творчески активным читателем — автором вторичной публикации. Из-за растущего объема публикаций непосредственно следить за этой обратной связью очень трудно.

В лаборатории статистических методов МГУ были составлены списки обратной связи для группы отечественных специалистов в области математической статистики по данным SCI за 1965 г. Сейчас каждый ученый этой группы знает, какой отклик получили его идеи в мировой науке в 1965 г.

Ю. Гарфилд в одной из своих публикаций¹, пользуясь системой научных ссылок, провел исторический анализ развития работ по расшифровке генетического кода. Ранее А. Азимов произвел подобный анализ публикаций обычными методами. По всем работам, которые А. Азимов рассматривал как узловые, Ю. Гарфилд построил «индекс внутренней цитируемости». С помощью этого индекса были отобраны наиболее цитируемые публикации и в результате обнаружена еще одна работа большо-

го значения, которая должна быть классифицирована как узловая. В 65% случаев связи, выявленные традиционным методом и методом языка библиографических ссылок, совпали. Дополнительно методом ссылок выявлена 31 связь, не замеченная А. Азимовым. Насколько нам известно, это пока еще единственный, но очень показательный опыт применения языка научных ссылок для исторического анализа.

Оценка эффективности труда научного работника — острая и до сих пор не решенная задача. Критерием здесь в какой-то степени служит суммарное число публикаций. Когда нужно определить эффективность научного коллектива или написать характеристику на того или иного научного работника, обязательно указывается число публикаций. Хорошо известно, что талантливые ученые, как правило, — авторы многих публикаций. Но отсюда вовсе не следует, что большое число публикаций — показатель талантливости. Дж. Бернал¹ обращал внимание на то, что оценка деятельности ученых по суммарному числу публикаций приносит вред. Многие ученые всеми силами стараются опубликовать как можно больше работ, и научные журналы засоряются посредственными, часто незрелыми публикациями.

Это заставляет нас отказаться от признания суммарного числа публикаций как критерия эффективности труда ученого. Нужно научиться выделять полезные сигналы на том шумовом поле, которое создается посредственными публикациями. Мы убеждены, что о научном значении работы во многих случаях можно судить по числу ссылок на ее публикацию. Если публикация цитируется, это, как правило, означает, что содержащаяся в ней информация: идеи, данные эксперимента, методика — оказала влияние на развитие науки. Правда, мы знаем, что некоторые работы, содержащие очень ценные идеи, получают меньший отклик, чем вторичные публикации, в которых эти идеи

¹ E. Garfield. The Use of Citation Data in Writing the History of Science. Institute for Scientific Information, USA, 1964.

¹ J. D. Bernal. The Social Function of Science, London, 1949.

излагаются в более доступной форме. Поэтому правильное оценивать не число ссылок на отдельную работу, а цитируемость всех публикаций, связанных с данным направлением. Против критерия цитируемости обычно выдвигаются два возражения. Первое — указывается на трудность учета отрицательных цитирований. Нам кажется, что такая трудность преувеличена. В науках, не имеющих острой политической направленности, не нужно проводить разграничения между положительным и отрицательным цитированием. Если работа цитируется — это значит, что высказанные в ней идеи послужили толчком для развития новых работ. И с этой точки зрения неважно, продолжают ли исходные идеи развиваться или они радикально переосмысливаются. Если же работа не цитируется вовсе — это значит, что она не оказала никакого влияния на дальнейшее развитие информационных потоков в науке, она лишь увеличила шумовое поле.

Второе возражение относится к тому, что нередко отмечается запаздывание в понимании новых идей. Для доказательства обычно вспоминают всем известный случай с работами Дж. У. Гиббса. Они не оказывали влияния на развитие науки, пока на них не обратил внимание К. Максвелл, а затем голландская школа термодинамиков. Если новые идеи не поняты, то рассматриваемый нами критерий не отметит их ценности. Но это вполне естественно и справедливо — критерий реагирует на современное состояние информационных потоков в науке. Ю. Гарфилд указал на то, что в некоторых случаях с помощью SCI можно выявить важные работы, которые мало цитируются. Это дает возможность специально изучить причину такого явления и принять меры к тому, чтобы идеи, высказанные в этих работах (если они действительно интересны), стали доступными. Но это относится только к трудам крупных ученых. Остается неясным, как можно выявить ценные работы малоизвестных ученых, если их публикации непонятны, скажем, из-за дефектов изложения.

Итак, число ссылок в какой-то мере служит критерием эффективности труда ученого. Интересно сопоставить оценки, сделанные с помощью этого критерия, с другими возможными критериями. Такое сопоставление провели американские социологи Ст. Коул и Дж. Коул. Объектом исследования оказались 120 университетских физиков. Оценки по числу публикаций и числу ссылок на них сопоставлялись с оценками, сделанными по степени признания авторитета ученого его коллегами. Мерой признания авторитета служили: степень известности 120 физиков среди других американских физиков (были разосланы анкеты 2036 физикам, получена 1281 анкета); поощрение с помощью наград; сотрудничество в каком-либо из ведущих колледжей или институтов.

Все 120 физиков были разбиты на 4 группы (типы). Тип I, объединяющий 33% обследованных ученых, может быть назван «плодотворно работающими физиками»: это ученые, которые печатают много работ и часто цитируются. Противоположен этому типу тип IV (37% от общего числа) — «молчаливые физики». Он объединяет ученых, которые печатают мало работ и редко цитируются. Тип II — «плодовые физики» (12% от общего числа) — они много пишут, но редко цитируются. Наконец III тип (18%) — это физики-«новаторы», они сравнительно редко печатаются, но каждая их работа получает широкий отклик.

При сопоставлении числа публикаций и ссылок на них с показателями общественного признания оказалось, что эти критерии хорошо согласуются. У физиков типа II по всем «показателям признания» положение хуже, чем у физиков типа III. Это еще раз говорит о том, что число напечатанных работ само по себе не характеризует ученого.

В лаборатории статистических методов МГУ при изучении SCI были построены гистограммы, показывающие распределение академиков АН СССР по числу цитат на их работы в

1965 г.¹ Интересно отметить очень высокий уровень цитируемости академиков-химиков. Он близок к уровню, на котором цитируются лауреаты Нобелевской премии (в среднем 169 раз) и авторы узловых работ по расшифровке генетического кода (в среднем 112 раз). Очень высокая цитируемость наблюдается у некоторых физиков, довольно высокая у части математиков, значительно более низкая у биологов и совсем низкая у специалистов в области техники.

Данные, полученные с помощью SCI, мы подвергаем дополнительному смысловому анализу. Среди математиков на первое место по числу ссылок на его работы вышел акад. Л. С. Понтрягин. Известно, что этот ученый работал в области топологии, а в последние годы стал заниматься также некоторыми вопросами, относящимися к проблеме вариационного анализа. Совместно с рядом авторов им был предложен новый метод решения экстремальных задач, получивший название метода максимума. Этот метод представляет интерес для математиков, занимающихся прикладными задачами. Монография, в которой этот метод излагается, цитируется 103 раза: 25 в отечественных журналах и 78 раз в иностранных, причем главным образом в работах прикладного характера. Дополнительный анализ показывает, что Л. С. Понтрягин занял первое место по цитируемости среди математиков благодаря предложенному им новому методу, который получил широкий отклик в прикладных работах.

Для оценки вклада, вносимого отдельным ученым или научным коллективом, большую пользу может принести построение гистограмм, показывающих распределение цитируемости работ по годам их опубликования. На рисунке приведены четыре гистограммы. Первая построена для одного из наших математиков с мировым именем, три других — для

¹ Здесь надо напомнить, что в SCI цитируемость дается только по первому автору публикации. При построении гистограмм учитывалось суммарное цитирование журнальных публикаций и книг. Самоцитирование не включалось.

академиков-химиков. Гистограммы существенно различны: на одной из них заметный всплеск цитирования создает всего одна работа, на другой — резкое уплотнение цитируемых работ, опубликованных после 1953 года. У некоторых академиков продолжают цитироваться работы 30-х и даже 20-х годов. Это свидетельствует о том, что высказанные тогда идеи продолжают оказывать влияние на развитие науки и в наши дни.

Используя библиографические ссылки для анализа информационных потоков в естественных науках, мы пришли к выводу, что с помощью языка научных ссылок можно изучать взаимопроникновение наук, следить за возникновением, ростом и упадком отдельных научных направлений, устанавливать обратную связь между автором и творчески активными читателями, оценивать эффективность работы отдельных ученых или целых

научных направлений, устанавливать историческую преемственность публикаций, оценивать вклад, вносимый отдельными научными коллективами или даже странами в мировые информационные потоки, анализировать размещение сети научных центров.

УДК 001.0

Бета- и гамма-лучи в углеразведке

Е. М. Филиппов
Доктор геолого-
минералогических наук
Институт геологии и геофизики
СО АН СССР
Новосибирск

Каждая отрасль народного хозяйства требует угля определенного качества, которое зависит от того, как много в нем негорючих минеральных примесей, называемых зольными. Естественно, чем их меньше в угле, тем выше его качество.

В практике угледобывающей промышленности количество зольных примесей определяется путем сжигания проб углей в специальных печах. При этом по весу несгораемого остатка угля судят о его зольности. Такая классическая методика определения зольных примесей довольно трудоемка. Поэтому в последние годы в этой отрасли стали применяться новые физические методы.

Некоторые угледобывающие комбинаты СССР, ЧССР, ГДР и других стран широко используют ядернофизический метод, основанный на облучении порошковой пробы угля потоком бета-лучей и регистрации лучей, отраженных от пробы. Чем больше в угле минеральных примесей, тем сильнее будут отражаться бета-лучи. На использовании этого эффекта со-

здан ряд приборов, которые позволяют в лабораторных условиях в течение двух-трех минут определять с достаточной точностью содержание зольных примесей.

Однако и такая методика не отвечает современному уровню развития науки и техники. Требуется отобрать пробы углей, доставить их в лабораторию, раздробить и растереть в порошок. Только после всех этих операций можно приступить к анализу. В Лаборатории ядерной геофизики Института геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР (ИГиГ СО АН СССР) разработан портативный переносной прибор с автономным питанием, действующий на принципе отражения бета-лучей от облучаемой поверхности вещества. Его вес — около 2 кг. Устанавливая датчик этого прибора непосредственно на кусок угля или на его коренные выходы в стенках горных выработок (в карьере или на шахте), можно в течение двух-трех минут со средней точностью 0,4% определить зольность угля в месте его выхода. С помощью прибора можно в лабораторных условиях определять так-

же зольность порошковых проб с точностью в среднем 0,2%. Чтобы исключить влияние изменений химического состава примесей при анализе проб, в последнее время предложено производить измерения по принципу сравнения при работе с двумя источниками, двумя пробами и двумя детекторами. Результат получается одинаковым для элементов с атомными номерами от 11 (натрий) до 26 (железо) и зависит только от их суммарного содержания в пробе.

При разведке угольных месторождений важно установить качество угля еще в буровой скважине. Раньше угольные пласты выявлялись по данным бурения. Ископаемые угли менее крепки, чем вмещающие их породы песчаников, глинистых сланцев и т. д., и поэтому буровой инструмент их проходит быстрее. Однако при таком способе мощность (толщина) угольных пластов определяется очень приближенно, а некоторые пласты вообще пропускаются. В связи с этим при проходке скважин на буровиков возлагается задача отбора керн (цилиндрических образцов пород).

Образцы керна углей поступают в лабораторию для определения их физических свойств и зольности.

Судить о мощности угольных пластов по разрезам буровых скважин и определять их зольность по материалу керна — операция довольно трудоемкая. Поэтому, не отказываясь от извлечения керна, геофизики начали применять различные скважинные методы (электрические и другие). Однако все они оказались малоэффективными, и тут на помощь геофизикам опять пришли лучи. Для исследования скважин были использованы проникающие гамма-лучи, которые рассеиваются на электронах вещества. Осуществляя регистрацию рассеянных гамма-лучей, можно определять объемную плотность углей, а по фотоэлектрическому поглощению рассеянных лучей — их качество. Плотность ископаемых углей примерно в 1,5—2 раза меньше, чем у вме-

щающих их пород. В результате на кривых, получаемых при измерении скважин, против угольных пластов получаются более высокие интенсивности рассеянного гамма-излучения. Метод рассеянного гамма-излучения достаточно четко фиксирует все угольные пласты и определяет их мощность. В Институте геофизики Уральского филиала АН СССР на этом принципе создан прибор, позволяющий определять зольность пластов углей в скважинах с точностью до $1,0 \div 1,7\%$.

Но и у этого способа есть существенный недостаток — на его показания оказывают влияние каверны, заполненные водой или буровым раствором. Плотность воды несколько меньше плотности ископаемых углей, а плотность бурового раствора примерно соответствует плотности углей. В связи с этим каверны на диаграммах, как и угольные пласты, отмеча-

ются повышенными значениями интенсивности гамма-излучения. Аналогичным образом отмечаются и «пустые» каверны в сухих скважинах.

Геофизиков давно занимает мысль — создать прибор, нечувствительный к кавернам. В нашем институте для этих целей разработан специальный двухлучевой гамма-локатор плотности¹, который исключает из показаний ближнюю кавернозную зону с кольцевым слоем толщиной до 15 см и дает возможность определять плотность горных пород за обсадной колонной (за стальной трубой и цементным кольцом), специально сооружаемой в ряде скважин (например, в нефтяных). Двухлучевой гамма-локатор плотности широко применяется также при изучении рудных и нефтепромысловых скважин.

УДК 550.835

¹ «Природа», 1967, № 6, стр. 115.

«Картинная галерея» каменного века

К. А. Мкртчян
Ереван

В. Г. Трифонов, П. В. Флоренский
Кандидаты геолого-
минералогических наук
Москва

Наскальные рисунки дают возможность познакомиться с жизнью людей далекого прошлого, проникнуть в их миропонимание, в истоки искусства. Вот уже несколько лет археологи изучают наскальные изображения на территории Армянской ССР. Они были открыты и описаны проф. А. А. Мортиросяном в южной части Гегамского нагорья и Г. Караханяном в Сисианском районе.

В 1967—1968 гг. отряд Геологического института АН СССР под руковод-

ством В. Г. Трифонова изучал древние наскальные изображения в районе оз. Аллагиляр, частично выявленные в предыдущие годы Г. Караханяном. Тысячи рисунков выбиты здесь камнем на глыбах базальта — многочисленные козлы, олени, барсы, змеи, буйволы, сцены охоты с собакой, копьем или луком, ритуальные танцы, мужские фигуры. Среди этого живописного изобилия встречаются и «абстрактные» изображения, вероятно символизирующие какие-то понятия или действия. Эти изображе-

ния можно рассматривать как пиктограммы — первые попытки письменности. Рядом с рисунками найдены обломки обсидиановых орудий и большая базальтовая ступка с двумя пестиками.

Большая часть обнаруженных рисунков, как и в других районах Армении, создана в VII — начале III тысячелетий до н. э. Некоторые символические знаки района оз. Аллагиляр похожи на письма, выбитые на камнях Мецаморского холма, где при



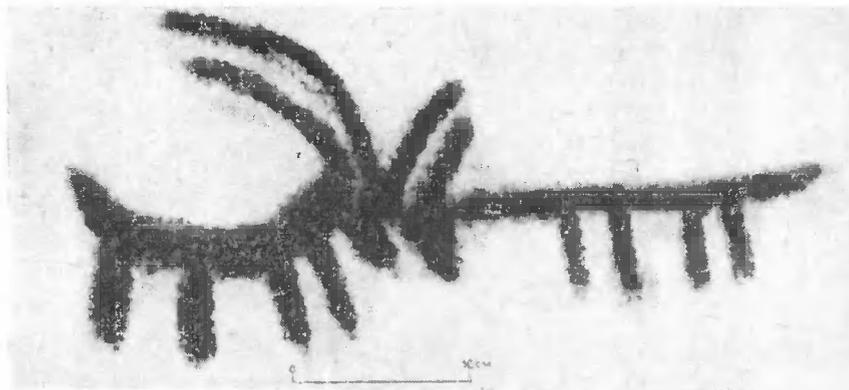
Армения, VII—III тысячелетия до н. э.

С л е в а — символические знаки; в н и з у — ритуальный танец; в в е р х у — дерущиеся козлы

раскопках были открыты остатки медеплавильен, горно-обогащительных сооружений, мастерских, храмов, жилищ и захоронений III — начала I тысячелетий до н. э. Не исключено, что культура Мецамора восприняла некоторые элементы культуры творцов наскальных рисунков.

Для геологов наскальные изображения оз. Аллагилляр представляют немалый интерес, так как помогают установить возраст пород. Рядом с «картинной галереей» находятся молодые базальтовые лавы. Они настолько свежие, настолько хорошо сохранились вулканические центры, трещины течения, лунки, участки сгруживания лавы, краевые валы и другие элементы лавовых потоков, что кажется, будто от эпохи извержений нас отделяют не тысячелетия, а годы. Хорошо видны русла ручьев и оврагов, подпруженных растекавшейся лавой. Одна из таких «запруд» и послужила причиной возникновения оз. Аллагилляр.

Молодое лавовое поле — область ареального вулканизма. Здесь не было единого крупного вулкана: более 20 мелких центров извержения расположены на одной линии примерно меридионального простирания. Встречаются и небольшие щитовые вулканы и кратеры, окруженные шлаковыми конусами, и овальные жерла и трещины, из которых лава выдавливалась, как паста из тубика. Самые



древние лавы обнаружены в северной и южной частях лавового поля, самые молодые — посередине.

Наскальные изображения выбиты на поверхности более древних — плейстоценовых лав, встречаются рисунки и у краев молодого лавового поля, но на его поверхностях отсутствуют, хотя они были отнюдь не худшими «мольбертами». Основная «картинная галерея» расположена вдоль долаво-вой долины и образует дугу северо-западного простирания, прерываемую молодым лавовым потоком. Лишь в одном месте на глыбах древнейшей порции молодых лав встречены три наскальных рисунка. Они похожи на остальные, но выполнены неряшливо и, по-видимому, относятся к стадии упадка культуры. Подавляющее большинство рисунков было создано до извержений лав. Начавшаяся вулканическая деятельность вскоре заставила людей искать новые места для поселений. Вероятно, это произошло в IV или III тысячелетиях до н. э. Время окончания извержений точно не известно. Более поздними оказываются лишь средневековые археологические памятники. Но поскольку в древнейших армянских источниках упоминания о вулканизме отсутствуют, можно думать, что извержения прекратились до эпохи античности. Таким образом, лавовое поле оз. Аллагилляр — самое молодое на территории Армении.

Проведенная работа, насколько нам известно, — первый опыт использования наскальных рисунков для определения возраста вулканических образований.

удк 551.21



По следам Миклухо- Маклая

В. О. Гурецкий
Ленинград



Н. Н. Миклухо-Маклай

100 лет прошло с тех пор, как русский ученый и путешественник Николай Николаевич Миклухо-Маклай стал широко известен как крупный специалист — антрополог и этнолог. 1869 год занимает в биографии Миклухо-Маклая особое место. В марте — мае этого года он совершил путешествие на берега Красного моря, где изучал морскую фауну. Здесь Миклухо-Маклай постоянно находился под угрозой быть убитым; ему приходилось странствовать переодетым в арабский костюм, совершать для маскировки мусульманские обряды. В этом и своих последующих путешествиях знаменитый русский ученый проявил мужество и полное пренебрежение к опасностям. Хотя Миклухо-Маклай и прославился главным образом своими более поздними исследованиями на Новой Гвинее, эта поездка для его дальнейшей работы имела большое значение. Уже в сентябре 1869 г., в докладе Русскому географическому обществу, ученый впервые высказал свои мысли о влиянии природной среды на формирование культуры народов Ближнего Востока. В том же 1869 г., по возвращении в Россию, Миклухо-Маклай представил в совет Географического общества «Программу предполагаемых исследований во время путешествий на острова и побережья Тихого океана». Первые два пункта этой программы относились к зоологии — Миклухо-Маклай был знатоком губок и крупным специалистом в области сравнительной анатомии мозга рыб. Третий пункт предусматривал антропологические и этнологические наблюдения. Впоследствии именно эти исследования стали основным направлением в деятельности ученого.

Шесть раз Миклухо-Маклай побывал на Новой Гвинее. Однако его научный интерес далеко не ограничивался только этим островом.

Сам путь к Новой Гвинее в 1871 г., проделанный корветом «Витязь», проходил через о-в Мадейра, по Магелланову проливу, через о-в Пасхи и другие острова Тихого океана. В дальнейшем он исследовал народности о-ва Лусон, п-ва Малакка, посетил Западную Микронезию и Северную Меланезию, жил

В 1966 г. во время одного из рейсов советского экспедиционного судна «Витязь» нам представилась возможность побывать на Берегу Маклая в Новой Гвинее. Это было интереснейшее путешествие по местам, где в 70-х годах прошлого века жил Николай Николаевич Миклухо-Маклай.

Немного истории

Раскроем карту Новой Гвинее, этого величайшего после Гренландии острова нашей планеты. Не странно ли,

что в некоторых его районах еще не ступала нога исследователя?

Знаменитый русский ученый-путешественник Н. Н. Миклухо-Маклай был первым белым человеком, высадившимся на северо-восточном побережье Новой Гвинее. Он поставил перед собой огромную задачу: изучить человека, стоявшего на уровне каменного века, в антропологическом и общественном отношениях.

В первый раз Миклухо-Маклай прожил на этом берегу 15 месяцев (с

в Сиднее, откуда совершил поездки в Брисбен, Мельбурн и в глубь Австралийского материка.

Исследования, проведенные Миклухо-Маклаем, обогатили науку огромным количеством фактов, относящихся к культуре и антропологическому составу коренного населения Меланезии, отчасти Микронезии, Малакки, Австралии. Он внес ценнейший вклад в антропологию, этнографию, зоологию, географию; многие его наблюдения до сих пор остаются почти единственным источником сведений по этнографии отдельных областей Океании.

Миклухо-Маклай впервые определил границы распространения на запад курчавоволосой темнокожей меланезийской расы; он заложил основы объективного сравнительноанатомического изучения рас Австралии и Океании. Важнейшая его заслуга, однако, состоит в опровержении лженаучного деления человеческих рас на высшие и низшие. Он показал, в частности, что попытки приписать папуасам и родственным им народностям в качестве специальных, наследственных свойств такие, как слабое развитие икроножной мускулатуры, рост волос на голове отдельными пучками, особая жесткость кожи, якобы полное отсутствие широких голов и т. п., — оказались несостоятельными. Исследования Миклухо-Маклая также опровергли предвзятые мнения о психической неполноценности темнокожих рас Океании.

Начиная с 1874 г. и до конца своей жизни, Миклухо-Маклай вел самоотверженную борьбу в защиту прав темнокожих народов, страшную картину жизни которых в условиях колониального гнета он видел собственными глазами. Исследовательская и общественная деятельность Миклухо-Маклая, прожившего, к сожалению, короткую жизнь (1846—1888), составляет гордость русской науки. Поэтому мы заинтересованы не только в бережном сохранении памяти о нашем соотечественнике у него на родине, но и в увековечении его имени в местах, где Миклухо-Маклаю приходилось жить и работать.

Профессор Я. Я. Рогинский

сентября 1871 г. по декабрь 1872 г.). Его доставил сюда русский военный корвет «Витязь». На последнем этапе плавания, от острова Новая Ирландия до залива Астролябия¹, «Витязь» прошел между берегом Новой Гвинеи и островом Лонг-Айленд. Моряки «Витязя» дали этому проливу гордое имя корвета, и это русское название до сих пор украшает и наши, и иностранные карты.

¹ Назван по имени корабля, на котором французский мореплаватель Дюмон-Дюрвиль прошел в 1830 г. с внешней стороны этого залива, не высадившись на его берега.

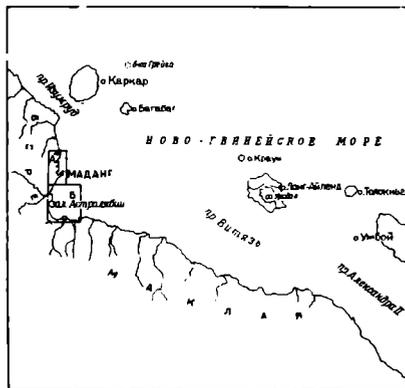
Углубившись в залив Астролябия, «Витязь» отдал якорь в бухте, которая получила первое русское географическое название непосредственно в Новой Гвинее. Командир «Витязя» капитан 2-го ранга П. Н. Назимов записал в рапорте: «Путешественник Миклухо-Маклай, избрав эту местность для своего первоначального пребывания, просил вдаться в залив и избрать место для своего жительства. Залив оказался весьма углубившимся внутрь острова; он заселен дикарями Папуа по всему протяже-

нию своих берегов. Избрав более удобное и безопасное для корвета якорное место, в 3 часа пополудни бросили якорь...»

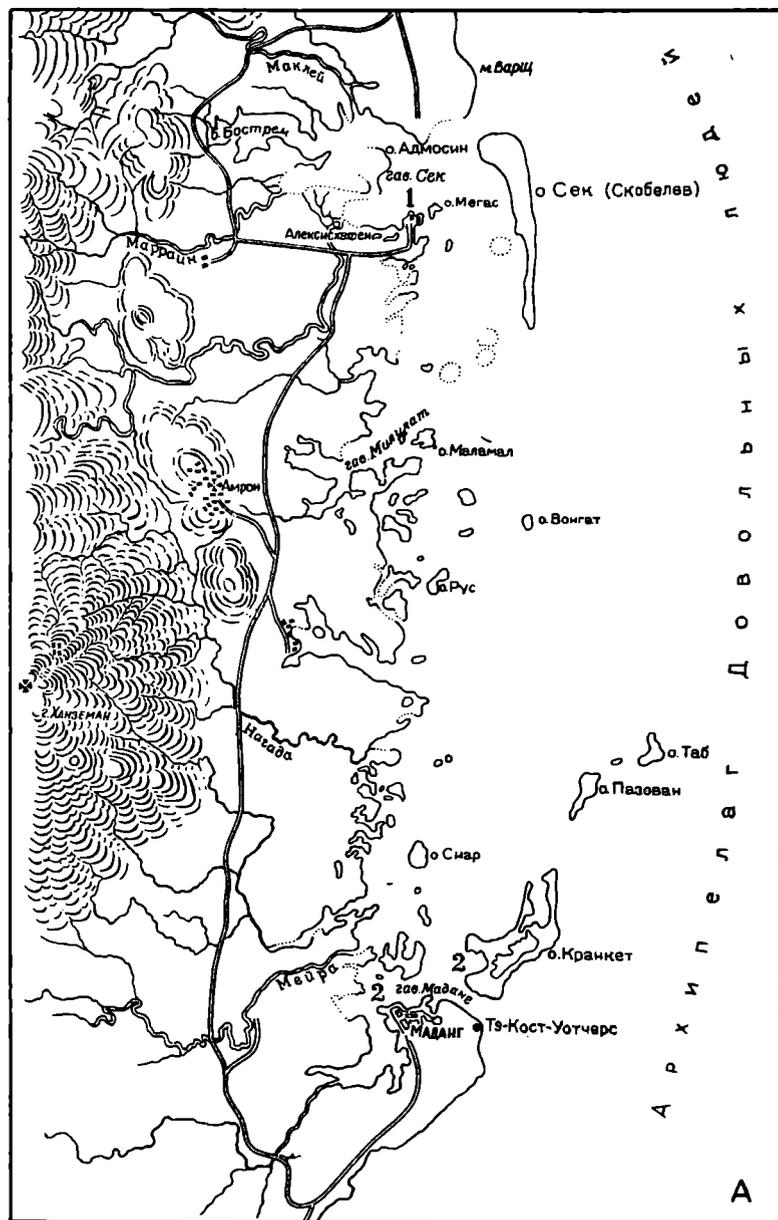
Корвет оставался у этих берегов несколько дней, пока путешественник не устроился. За это время офицеры и гардемарины впервые инструментально нанесли на карту залив Астролябия и бухту в. к. Константин — место стоянки «Витязя», — названную так Назимовым по имени почетного президента Русского географическо-

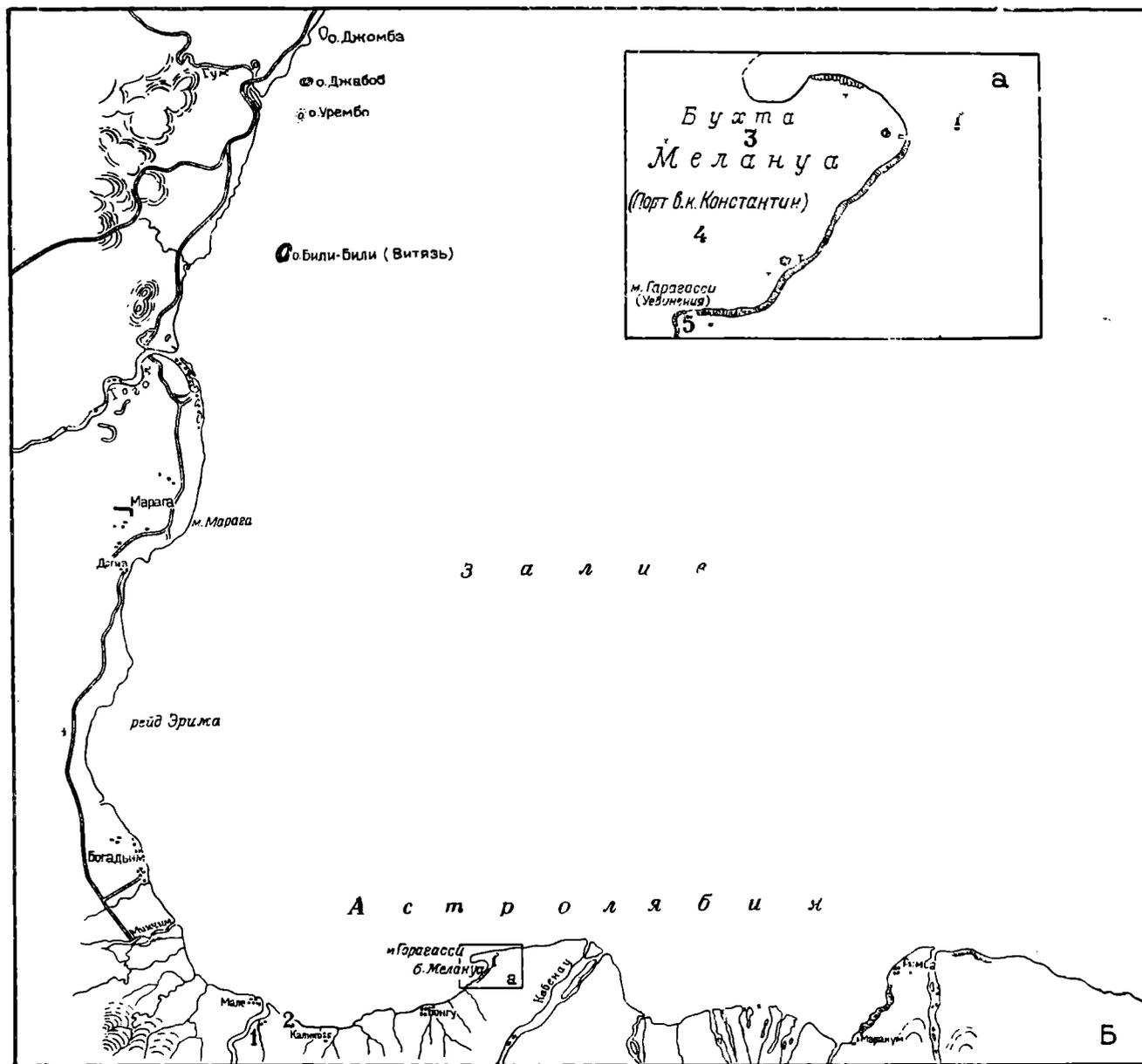
География

Современная карта Берега Маклая.
А — район расположения архипелага Довольных людей;
Б — залив Астролябия



Современная карта архипелага Довольных людей. 1 — место стоянки корвета «Скобелев» в 1883 г.; 2 — место стоянок советского экспедиционного судна «Витязь» в 1966 г.





го общества. Карта была издана в 1885 г. Гидрографическим департаментом морского министерства, и на ней в названиях мысов увековечены имена производивших съемку — старшего штурмана Бенземана, руководившего работами, штурмана П. А. Кршелева, старшего офицера П. П. Новосильского, гардемарин и мичманов П. А. Берхмана, А. А. Колтева, З. П. Рождественского (впоследствии адмирала, командовавшего 2-й Тихоокеанской эскадрой) и К. Д. Рончевского. В дневнике Мик-

лухо-Маклая отмечено: «Все мыски были окрещены именами офицеров, делавших съемку, а остров, который виднелся (в заливе Астролябия. — В. Г.), назвали островом Витязь»¹.

Прочие русские названия на берегах залива Астролябия связаны непосредственно с именем Миклухо-Маклая. Прежде всего появился мыс Уединения — там стояла его хижина; папуасы называли этот мыс Гарагаси. Это место было для них самым

Современная карта залива Астролябия. 1 — место расположения деревни Бонгу в 1876—1877 гг.; 2 — здесь в 1876—1877 гг. находилась хижина Миклухо-Маклая; 3 — стоянка корвета «Витязь» в 1871 г.; 4 — стоянка клипера «Изумруд» в 1872 г.; 5 — здесь находилась хижина Миклухо-Маклая в 1871—1872 гг.

¹ Н. Н. Миклухо-Маклай. Собр. соч., т. 1, 1950, стр. 86.

дорогим, и, по свидетельству немецкого путешественника О. Финша, посетившего бухту в. к. Константин в 1884 г., они никому не разрешали занять землю, где была хижина их белого друга.

По мере исследования местности на карте Маклая в названиях гор появляются имена А. М. Горчакова — тогдашнего министра иностранных дел, академика К. М. Бэра, «самого дорогого друга» Маклая А. А. Мещерского, Петра Великого, философов Канта и Шопенгауэра. Особенно привлекла Маклая господствующая над окружающей местностью вершина горного хребта Тайо, получившая название пика Константина¹.

Осваивая местность, знакомясь с туземцами и всюду завоевывая их симпатии и доверие, Маклай расширял свои исследования. В августе 1872 г. непосредственно к северу от залива Астролябия он открыл обширный архипелаг прибрежных островов. Здесь располагались деревни других папуасских племен, наблюдения над которыми дали повод к появлению одного из самых колоритных русских топонимов в Новой Гвинее — архипелаг Довольных людей².

¹ Во время второго пребывания на этом берегу Н. Н. Миклухо-Маклай совершил восхождение на этот пик, куда его сопровождали друзья-папуасы. Добрался он с большим трудом, по дороге один раз сорвался и чуть было не разбился. «Мы пришли к куполообразной вершине горы... мои спутники, чтобы показать жителям окрестных деревень, что мы добрались до вершины, зажгли костер. Двум из них, более ловким, я передал белый флаг из толстой холстины, могущий противостоять некоторое время разрушению и прикрепленный к палке, с приказанием привязать его у вершины самого высокого дерева, отрубив сперва сучья. Когда это было сделано, мы отправились вниз» (Н. Н. Миклухо-Маклай. Собр. соч., т. II, 1950, стр. 326). Немецкий путешественник Б. Хаген, побывавший здесь после Маклая, упоминает о его восхождении на пик в. к. Константин (который он неверно назвал Назенберг), причем сопровождает это упоминание собственным или чужим вымыслом: «Туземцы повели его, однако, ложным путем, и он, не достигнув вершины, должен был вернуться» (там же, стр. 748).

² «Жители этих островов, — писал Миклухо-Маклай, — уже давно слыхавшие о моем пребывании на берегах Новой Гвинеи, знавшие твердо мое имя, приняли меня очень дружелюбно... Жизнь этих людей, их отношения между собою, обращение с женами, детьми, животными произвели впечатление, что эти люди довольны вполне своею судьбою, салими собою и всем окружающим. Я назвал поэтому эту группу островов, на которой еще не был, кроме меня, ни один европеец и которая не нанесена еще на картах, архипелагом «Довольных людей» (там же, т. I, стр. 321).

Бухту в этом архипелаге — «весьма удобную якорную стоянку для судов средней величины», Маклай назвал «Порт в. к. Алексей» (по имени главного начальника флота и морского ведомства России).

Мыс Уединения оказался самым нездоровым местом на этом побережье Новой Гвинеи. Маклай вскоре заболел тропической лихорадкой, и эта болезнь уже более не оставляла его. Ревматизм и острая невралгия — последствия болезни — быстро разрушали организм и явились причиной преждевременной смерти великого путешественника. Однако досужие выдумщики похоронили Маклая уже спустя год после его приезда в Новую Гвинею. Эти ложные сведения сразу просочились и в русские газеты. По ходатайству Русского географического общества в бухту в. к. Константин было послано одно из судов эскадры Тихого океана, клипер «Изумруд» под командой капитана 2-го ранга М. Н. Кумани. Лейтенант А. А. Ракович, бывший на «Витязе» в 1871 г. и посланный на поиски Маклая на «Изумруде», так описывает волнующие минуты, когда клипер приближался к мысу Уединения: «...Мы направили все трубы и бинокли на берег... Наконец один из офицеров заметил русский флаг, развевающийся между ветвями громадных деревьев, и пришел в такое волнение от своего открытия, что едва мог сообщить об этом командиру. Мы знали, что «Витязь» оставил флаг Маклаю. Клипер прибавил ходу, и мы увидели дом; видели, как отвалили две пироги, идущие к нам навстречу. Пока еще трудно было разобрать, кто на них находился, но, постепенно сближаясь, мы различили какого-то европейца, который вскоре оказался ко всеобщей радости мнимоумершим Маклаем. Сцена встречи была самая торжественная; трудно передать ее впечатление. Разукрашенные оружием и головными уборами, гребцы чинно сидели на своих местах в пироге, а между ними на возвышении помещался худой и обросший Маклай в истрепанном и поношенном костюме, в соломенной шляпе. Клипер остановился и, выпуская с грохотом излишний пар, послал по ван-

там команду, которая вместе со стоявшими на мостиках офицерами дружным и многократным «ура» приветствовала нашего смелого исследователя Новой Гвинеи»¹.

Через несколько дней «Изумруд» покинул страну папуасов и увез с собой их дорогого друга и учителя. От бухты в. к. Константин клипер направился вдоль берега к северу. «Пройдя архипелаг Довольных людей и Порт в. к. Алексей, — записывает в эти моменты в дневнике Миклухо-Маклай, — мы обогнули мыс Круазель и вошли в пролив между Новой Гвинеей и островом Каркар, который я назвал на моей карте проливом Изумруд»². Вот как появилось и это русское название, сохранившееся на всех картах до сих пор.

В 1876 г. Маклай снова отправляется к берегам бухты в. к. Константин и на этот раз живет здесь более 16 месяцев, до ноября 1877 г. С о-ва Ява его доставляет сюда английская шхуна «Си Бёрд». Маклай строит себе дом несколько западнее мыса Уединения, около деревни Бонгу, и продолжает изучение быта папуасов, живущих в районе залива Астролябия, архипелага Довольных людей и по всему Берегу Маклая. «Я называю берегом Маклая часть северо-восточного берега Новой Гвинеи, — писал путешественник, — приблизительно от мыса Круазель до мыса Телята... Я таким образом называю Берег Новой Гвинеи по праву первого европейца, поселившегося там, исследовавшего этот берег и добившегося научных результатов»³.

На всех картах Новой Гвинеи — и наших, и иностранных, — сохранено это название. Но обычно оно относится только к восточной части Берега Маклая, омываемой проливом Витязь. К сожалению, эта ошибка прищипана и нашим картам.

В 1883 г., находясь в Батавии (ныне Джакарта) и направляясь в Австралию, Маклай встретил русский кор-

¹ «Вестник Европы», 1874, кн. 5 и 6.

² Н. Н. Миклухо-Маклай. Собр. соч., т. I, 1950, стр. 314.

³ Там же, т. II, стр. 398.

вет «Скобелев»¹, шедший в Меланезию. Контр-адмирал Н. В. Копытов согласился взять с собой неутомимого путешественника и зайти на Берег Маклая.

17 марта утром прошли пролив Изумруд, а к вечеру уже бросили якорь в бухте в. к. Константин. Маклай посетил своих друзей в деревне Бонгу. «Я чувствовал себя как дома, и мне положительно кажется, что ни к одному уголку земного шара, где мне приходилось жить во время моих странствований, я не чувствую такой привязанности, как к этому берегу Новой Гвинеи. Каждое дерево казалось мне старым знакомым. Когда я пришел в деревню, вокруг меня собралась толпа... Мне и всем окружающим меня казалось, что как будто только вчера, а не шесть лет тому назад, я был в Бонгу в последний раз...»².

Утром 19 марта «Скобелев» направился к архипелагу Довольных людей, где предполагалось произвести съемку и промер Порты в. к. Алексей. Как и в заливе Астролябия в 1871 г., здесь появились новые русские названия. Самый большой остров архипелага получил имя корвета, а пролив, которым корвет вошел в Порт в. к. Алексей, был назван именем лейтенанта В. Ф. Сарычева. Появились мысы, острова, бухты и банки (подводные опасности) с именами производивших съемку и промер офицеров и гардемарин — В. Л. Барща, Е. К. Крафта, Е. Л. Бялокоза (впоследствии генерал-лейтенанта, выдающегося деятеля отечественной гидрографии, после революции и до своей кончины в 1919 г. — первого выборного начальника Главного гидрографического управления), В. И. Лебедева, К. А. Плансона, В. В. Смирнова, П. Д. Тыркова, И. Ф. Бострема (впоследствии участника обороны Порт-Артура, позднее — вице-адмирала, командую-

щего флотом Черного моря) и др. Все эти имена можно найти на той же карте Гидрографического департамента, изданной в 1885 г.

В 6 часов утра 23 марта 1883 г. «Скобелев» покинул Порт в. к. Алексей. Маклай в третий, и последний, раз расстался с дорогими его сердцу местами. Вернуться сюда ему уже не было суждено. Еще при жизни Маклая берег его имени аннексировала Германия и захваченные земли папуасов были названы Землей императора Вильгельма. Большая часть русских названий в Новой Гвинее была стерта с карт, некоторые искажены, положение других спутано, и эти ошибки с немецких карт теперь, к сожалению, перешли и на наши...

Какие же названия на карте Новой Гвинеи — «следы» Маклая и русских мореплавателей — пережили столетие и сохранились до наших дней? Из более чем пятидесяти даже на наших крупномасштабных морских картах осталось значительно меньше половины русских названий.

Морской навигационной карте сопутствует текстовое приложение — лоция, представляющая собой подробное навигационно-географическое описание берегов и островов. Нужно ли убеждать, что советская морская карта и лоция должны восстановить все названия и вечно хранить в них память о подвиге русской науки, гидрографического мастерстве. И не только в Новой Гвинее.

Незабываемые впечатления

Путь 38-го рейса советского экспедиционного судна «Витязь» в 1966 г. проходил в юго-западной части Тихого океана. Этот рейс, совершенный накануне столетнего юбилея научного подвига Миклухо-Маклая в Новой Гвинее, по справедливости мог именоваться путешествием по следам нашего знаменитого соотечественника. Действительно, мы несколько раз находились в непосредственной близости от о-ва Яп, на котором Маклай был в 1876 г. (сейчас тут размещена американская авиационная база); мы

высаживались на Соломоновых о-вах, которые путешественник посетил в 1879 г., а на пути к ним видели Русскую бухту у о-ва Новая Ирландия, где в 1871 г. сделал последнюю остановку корвет «Витязь», направившийся с Миклухо-Маклаем к берегу Новой Гвинеи. Мы дважды прошли через проливы Витязь и Изумруд; два дня провели в лагуне о-вов Агомес и прошли около о-вов Ниниго, где Маклай был в 1876 и 1879 г. Мы посетили Манилу, куда, возвращаясь с Берега Маклая, заходил «Изумруд» в 1873 г., и видели на северном берегу Манильской бухты гору Лимай, на которую Маклай поднимался в поисках племени негритосов. И, наконец, — посещение Берега Маклая... Побывать на Берегу Маклая в Новой Гвинее — это было так заманчиво!

В мои служебные обязанности входило, в частности, исправление и дополнение карт и лоций по сравнению с местностью. Благодаря этому я, пожалуй более чем кто-либо другой, изо дня в день, от утренней зари до вечерней, находился на мостике и наблюдал эти словно зачарованные берега, покрытые буйными джунглями, среди которых всюду выделяется царица Океании и ее первая красавица — кокосовая пальма.

Еще не был виден Берег Маклая (порой его скрывала плотная дымка), а о близости его уже говорил плавник — стволы и ветви деревьев, плывущие кокосовые орехи, иногда залетающие в море береговые птицы и даже бабочки. Чистые хрустальные воды океана местами резко сменялись мутной водой рек. Крупнейшая река Сепик кишит крокодилами, ее желто-коричневая вода распространяется от берега на многие мили...

На рассвете 8 апреля прошли через пролив Изумруд, оставив слева о-в КарКар — огромный вулканический конус с окутанной облаками вершиной. Затем справа открылся о-в Скобелева и далее, к югу от него, — остальные острова архипелага Довольных людей... Самый южный из них — о-в Кранкет; на его траверзе мы склоняемся вправо и медленно входим через пролив Дальман в южную

¹ «Скобелев» — название корвета «Витязь», данное ему в 1882 г. в честь героя русско-турецкой войны 1877—1878 гг. М. Д. Скобелева. Имя «Витязь» одновременно было передано новому корвету, на котором С. О. Макаров совершил известное в науке плавание в Тихий океан (1886—1889 гг.).

² Н. Н. Миклухо-Маклай, Собр. соч., т. II, 1950, стр. 586.



Вот оно, живущее до сих пор русское название! Дорожный знак у развилки дорог в роще кокосовых пальм, в 1 км западнее гавани Порт в. к. Алексей (Алексисшафен)

Окам (папуасский барабан), подобный тому который привез Н. П. Миклухо-Маклай, можно и сейчас встретить у «уличных музыкантов»



часть Порта в. к. Алексей¹. Отдан якорь. Подошел белоснежный катер с сухоньким старичком-лоцманом; он же оказался и капитаном этой маленькой гавани, называемой Маданг.

Пять дней — пять незабываемых страниц жизни — провели мы у этих, овеянных памятью Маклая, берегов.

Крошечный городок Маданг расположен на южном берегу гавани. Он весь утопает в зелени и сливается с окружающей местностью. Всюду цветы, всюду цветущие магнолии, всюду какой-то покой, какая-то неподвижность. И казалось невероятным, что этот уголок мира не обошла минушая война: вторгшиеся сюда в 1942 г. японские войска уничтожили небольшой гарнизон, и теперь здесь, на самом берегу океана, построен мемориальный маяк Тэ-Кост-Уотчерс («Береговая стража»). Он имеет вид факела, и по вечерам его белая башня подсвечивается стоящими на земле прожекторами. А у подножия башни мемориальные плиты рассказывают об этой трагедии и перечисляют погибших.

В Маданге нам удивительно повезло. Мы познакомились с Марком — студентом из Австралии, который имел арендованный старенький малолитражный автомобиль и охотно предоставил нам возможность совершить несколько замечательных поездок по Берегу Маклая. Таким образом удалось проехать от Маданга, вдоль всего архипелага Довольных людей, до бухты Бострема, на южном берегу которой находится новая бетонная пароходная пристань, носящая название Алексисшафен... За этим немецким названием и скрывается маклаевский Порт в. к. Алексей!

На другой день мы отправились в гавань Константиншафен, как называется теперь бухта Порт в. к. Константин. Ведь там находятся самые настоящие «маклаевские» места. Но, к нашему великому огорчению, прибрежная дорога местами оказалась размытой ливневыми дождями, а

¹ В 1883 г. контр-адмирал Копытов не рискнул зайти сюда и, несмотря на советы Миклухо-Маклая, не положил тогда эту часть бухты на карту.

мост через реку Гогол был разрушен. Пришлось вернуться. Но все же мы остались довольны, так как видели и островок Маклая, на котором им были посажены пальмы, и очень приметный о-в Витязь, где была одна из временных резиденций путешественника (Айру).

На судовом катере мы совершили экскурсию на острова архипелага Довольных людей. На одном из них, о-ве Пазовой, провели почти весь день, собирая кораллы, раковины, кокосовые орехи и другие экзотические сувениры океана и джунглей. С лежащего поблизости островка Массас — на нем виднелась папуасская деревня — подошла пирога, такая же, какие были зарисованы Маклаем. Ее пассажиры высадились невдалеке от нас. Среди них была одна женщина. Она бродила по мелководью, ища что-то на дне, и иногда бросала нам красивые раковины каури. Юноша отличного телосложения, стоя по пояс в воде, охотился за рыбой, пуская из лука стрелы — его оружие опять-таки напоминало зарисовки Маклая. Но на запястье у этого юноши были современные водонепроницаемые часы. Мужчины занялись обработкой толстого прибитого к берегу ствола: по-видимому, это и была цель их приезда на о-в Пазовой. Дружно стучали топоры, вырубая первые грубые очертания пироги. И тут я совсем неожиданно услышал, что свое орудие они называют «тапор». Однако никаких других русских слов мне от них узнать не удалось.

Нас, конечно, больше всего интересовало — помнит ли кто-нибудь сейчас на Берегу Маклая о первом белом человеке, о том «человеке с Луны», за которого сначала был принят Миклухо-Маклай. Но среди папуасов, жителей архипелага Довольных людей и Маданга, удалось услышать лишь очень смутные и малоубедительные подтверждения этой желанной для нас памяти. Впрочем, трудно было ожидать большего, так как оба раза Маклай жил на берегу бухты Порт в. к. Константин и архипелаг Довольных людей посещал лишь эпизодически.

Когда мы общались с потомками «довольных людей», казалось, свои характерные черты, подмеченные Маклаем, они пронесли через поколения до наших дней. Деревни их сохранили тот же облик, который описан в дневниках Маклая, и только какое-нибудь яркое полиэтиленовое ведро, опрокинутое на изгородь, или проходящая через деревню линия дальней телефонной связи напоминают о XX веке.

Однажды мы прогуливались по вечернему Мадангу. Наш слух привлекли звуки органной музыки. Они доносились из глубины одноэтажного серого здания, на котором была надпись «Lutheran Mission». Мы присели в палисаднике, чтобы отдохнуть и дослушать музыку Баха. Открылась дверь, и вышел молодой человек; подойдя к нам и представившись, он выразил предположение, что мы русские с «Витязя». Убедившись, что не ошибся, он сказал:

— Ведь этот берег назван по имени вашего соотечественника!

Мы поблагодарили и ответили, что знаем, конечно, происхождение и этого и многих других названий, оставленных здесь Маклаем и офицерами русских военных кораблей «Витязь», «Изумруд» и «Скобелев»; знаем, что большая часть русских названий на картах не сохранилась, что некоторые искажены или заменены немецкими колонизаторами.

Наш собеседник, это был Дик Хетер, с живым интересом слушал историю русских географических названий. Но после его следующего вопроса невольно быстрее забилось сердце: — А знаете ли вы, что жители деревни Бонгу, около которой была хижина Маклая, и жители других деревень бухты Константина до сих пор помнят и хорошо знают, что сто лет назад здесь высадился первый белый человек и что этот человек был «тамо-рус», т. е. русский?

Оказалось, что мистер Дик Хетер служит в лютеранской миссии, расположенной в деревне Бонгу, — той самой, около которой жил Маклай!

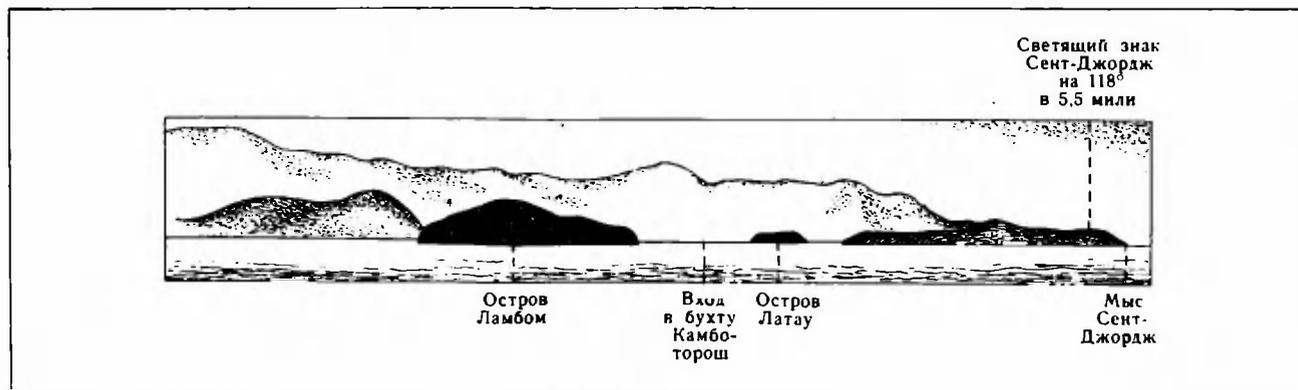


Толстый ствол, прибитый к берегу, вытащили на песок...

...И вот уже дружно застучали топоры, вырубая первые грубые очертания пирого. Хорошо видна стена джунглей и глыбы древних коралловых построек

Фото Е. Лубы-Герцик





И это не он рассказал папуасам о Маклае: от дедов к отцам, от отцов к сыновьям — вот как дошла память о первом белом друге папуасов.

...Вечером следующего дня «Витязь» покидал Маданг. Прощальные гудки и как бы прощальные проблески уже зажегшегося мемориального маяка... День быстро угасал, и Берег Маклая таял в последних лучах солнца. Над океаном опускалась тропическая ночь. Уже в полной темноте мы прошли через пролив Изумруд, на обоих берегах которого мерцали слабые огоньки туземных деревень...

Вести от внука

Передо мной конверт с австралийскими марками, погашенными штемпелем с надписью «Новая Гвинея, Маданг». В нем письмо от Дика Хетера. Он в самых теплых словах вспоминает о людях с советского судна, восторгается их жизнерадостностью, широтой кругозора, знанием языков. И сообщает, что вскоре после таких знаменитых гостей в Маданг прибыли другие, тоже знаменитые гости: Роб Маклай — внук Миклухо-Маклая, его жена Алиса, 22-летняя дочь Маргарет и 16-летний сын Джон... Как жаль, что эти два события не совпали!

Они посетили те места, где жил Маклай, и теперь Дик сообщает мне много ценнейших сведений. Жители деревни Бонгу рассказали им несколько любопытных эпизодов, связанных с Маклаем. Поистине удивительно, что до сих пор сохранились воспо-

минания о том, как папуасы испугались невиданного животного — бычка, привезенного Маклаем. И на самом деле, Маклай в 1883 г. на «Скобелеве» привез своим друзьям в подарок бычка и двух телок, и у него подробно описана комичная история злключения с этими животными, закончившаяся их бегством в джунгли. «Бычок... вырвавшись на свободу, — пишет Маклай, — как бешеный полетел по деревне. Туземцы в ужасе попрятались кто куда»¹. Рассказывали, что запах дыма от маклаевского табака сначала показался папуасам отвратительным — и это также не расходится с записями в дневниках путешественников. Но еще более неприятным показался им запах... рук самого Маклая: после первого же прикосновения к нему туземцы бежали к морю и терли руки песком, чтобы избавиться от столь необычного и, вероятно, пугающего запаха белого человека. В воспоминаниях о вещах и предметах, привезенных Маклаем, сохранились прежде всего рассказы о ножах и топорах. Весть о них распространилась очень быстро по всему побережью и достигла даже племен, обитавших за горным хребтом Мана-Боро-Боро. Перечислялись названия существующих и поныне деревень Каиенг, Банггри и Усау, возникших на «торговом пути», как его называет Дик Хетер, проложенном тогда туземцами этих горных племен.

Путешественники, побывавшие на Берегу Маклая на рубеже XX в., не раз отмечали, что к названиям куль-

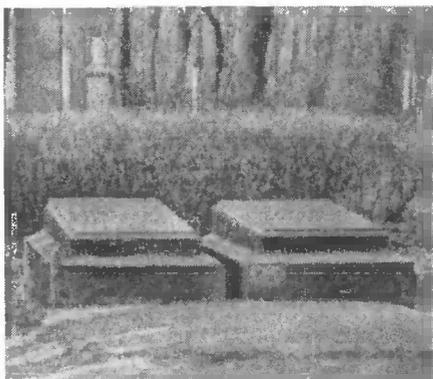
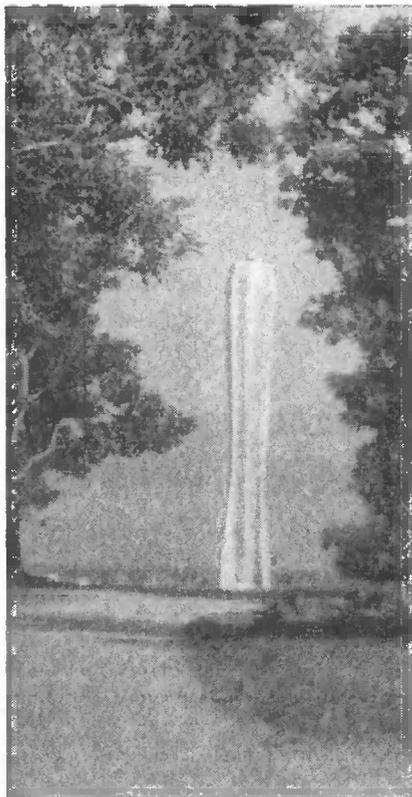
¹ Н. Н. Миклухо-Маклай. Собр. соч., т. II, 1950, стр. 588.



Вверху
Далекая от России Русская бухта (Камботорош). Панорама ее теперь увековечена на страницах лоции этих берегов

Рис. автора

Внизу
Телум (идол), перенесенный из папуасской деревни в Маданг
Фото И. Смолянова



Вверху

Мемориальный маяк Тэ-Кост-Уотчерс

Внизу

Могилы Н. И. Миклухи (отца путешественника) и Н. Н. Миклухо-Маклая (справа) в некрополе «Литературные мостки» на Волковом кладбище в Ленинграде

тур, завезенных сюда Маклаем, папуасы прибавляли его имя. И вот сейчас мы узнаем, что названия многих местных овощей и фруктов до сих пор сохранили это имя, например «Macslay cucumber», что значит «огурец Маклая»... «И я знаю, — пишет Хетер, — одного папуаса из деревни Бонгу и двух из окрестностей Маданга — всех троих зовут Маклаями...»

Он пишет также, что Роб Маклай был бы рад получить от меня письмо, из которого желал бы узнать, какая литература о Миклухо-Маклае существует в Советском Союзе, так как в Австралии есть только одна книга о нем. Ее написал австралийский писатель Ф. Гриноп и назвал «Тот, кто путешествует в одиночку». Книга издана в 1944 г., и ее можно найти в наших государственных книгохранилищах¹. Я счел за большую честь ответить и в свою очередь получил от внука Маклая дружественное письмо.

Роберт Владимирович Маклай (ему теперь около 50 лет), конечно, не видел своего деда. «Он умер, когда моему отцу было всего два года, — пишет Р. В. Маклай. — Но мне довелось знать прекраснейшую супругу деда, мою бабушку Маргарет², которая умерла, когда я уже достиг 16 лет. И она часто и с большим волнением рассказывала мне о своем любимом Николае...»

Как известно, у Николая Николаевича Миклухо-Маклая остались два сына — Александр, старший, и Владимир. Павел, единственный сын Александра Николаевича, жив и служит на австралийском радио и телевидении. Сын от его первого брака получил имя прадеда — Николай. Ему сейчас около 20 лет. У Роберта Владимировича есть старший брат, Кеннет, 55 лет. Он присяжный поверенный в Сиднее, имеет трех дочерей и уже двух внуков.

Таковы новые, еще неизвестные у нас ветви генеалогического дерева Миклухо-Маклая.

Что сохранилось в качестве фамильных реликвий в семье внука Маклая? «Очень, очень немного, — с сожалением отвечает он. — Все мы очень мало сохранили таких реликвий. Есть у нас дротик с каменным наконечником... Остатки ящика, в котором когда-то хранилась коллекция раковин, проданная нами в 1930 г., в тяжелое время глубокого экономического кризиса... Сохранился еще стакан Маклая с серебряной крышечкой, украшенный его монограммой. Есть еще небольшой семейный архив, которым пользовался и Ф. Гриноп. Один из дневников Маргарет Маклай, в котором описываются и смерть мужа, и последние дни пребывания в России, уже перешел из этого архива в библиотеку Сиднейского университета. И фамильный портрет Маклая находится в библиотеке Хатчела (Hutchell) в Сиднее».

Роберт Владимирович пишет еще, что после посещения Берега Маклая в 1966 г. у него возникли некоторые несогласия с выводами в книге Ф. Гринопа. «И мне хотелось бы тоже написать книгу о Николае Николаевиче». И хотя служба преподавателя в Сиднейском учительском колледже почти не оставляет ему для этого времени, он не теряет надежды в будущем исполнить свое намерение.

Но как о главном он пишет: «Не хватает слов, чтобы выразить свою признательность теперь, когда я узнал о высоком уважении вашего народа к памяти моего деда».

Мой долг передать эти слова по назначению.

УДК 92 Миклухо-Маклай

¹ В свое время о ней рассказывал в «Известиях» Географического общества акад. Л. С. Берг.

² В 1883 г. Н. Н. Миклухо-Маклай женился на дочери Дж. Робертсона, бывшего первоо министра Нового Южного Уэльса (Австралия).

От Волги до Амударьи

В. С. Балашов

г. Тольятти

На дамбе Куйбышевской ГЭС остановилась новенькая машина с красочной эмблемой на дверцах: земной шар опоясан по экватору надписью — «Академия наук СССР. Экспедиционная база». Высокие ребристые шины «вездехода» пробежали пока совсем небольшой путь — от Москвы до Жигулевска. Впереди самое трудное — Прикаспийская низменность, глинистые пустыни Мангышлака, бескрайнее плато Усть-Урта, коса Кара-Богазы, пески Челекена и Каракумов, опасные кручи Памира и Тянь-Шаня. Пока еще никто не знает, где таятся те ископаемые, ради которых снаряжена геологическая экспедиция.

И вот, облокотясь на перила водосливной плотины, мы смотрим, как из Жигулевского моря в Волгу обрушивается ревущий водопад — тысячи тысяч кубометров холодной пресной воды. И никому из нас не приходит в голову, что спустя какие-нибудь две недели пресную воду мы будем делить кружками и экономить ее даже для питья. С досадой и жалостью будем глядеть, как раскаленный песок Каракумов мгновенно заглатывает случайно пролитую каплю. Только в ту нелегкую пору по достоинству оценим мы, какое несметное богатство бушевало некогда под нами.

В Жигулях еще прохладно. Лишь недавно зеленый дымок первой листвы закурился на склонах. Насыщенные влагой леса хранят по оврагам сугробы крупчатого снега... Там, в пустынях, за тысячи километров от родных мест, мы будем как великое благо природы вспоминать и этот последний снег — пригоршнями прижимать

бы его к разгоряченному лицу и пить, пить, пить!

...За Куйбышевом на сотни километров потянулись распаханное поля. Насколько хватает глаз, по обе стороны от дороги — старательно обработанная земля, еще совершенно черная, без единого всхода, но ожидающая, теплая, живая. Во влажной мякоти ее тянутся вверх, к свету, нетерпеливые ростки. После вчерашнего дождя приятно пригревает солнышко, и облака в небе по-весеннему рыхловатые, оплывшие. Среди черного однообразия пашен особенно радуют глаз сочная зелень луга у пруда, стареющая чета ветел, склонившихся над водой в окружении буйной молодой поросли.

Южнее Уральска начались степи. Уже ни рощицы, ни даже дёрвца вдаль. Кое-где отары овец выщипывают горькую полынь. Щиплют жадно, торопливо, будто чувствуют, что через неделю-другую южное солнце выжжет и эту скудную растительность.

Чем дальше к югу, тем пустыней, ровнее становится местность. Весна здесь уже в далеком прошлом. Когда-то, в конце марта — начале апреля, здесь тоже зеленела трава, распускались яркие скороспелые цветы-эфемеры. А сейчас рад был бы встрече с обыкновенной крапивой. Увы, все выжжено горячим солнцем мая, уцелели лишь вездесущая низкорослая полынь, верблюжья колючка, да мягкая ядовито-зеленая солянка. Сорвешь ветку солянки — из полого стебля закапает горько-соленый раствор.

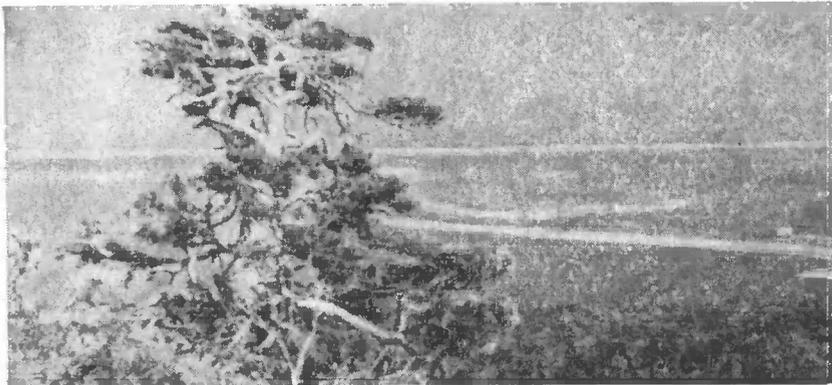
...Но вот унылую ровную линию горизонта взломали силуэты мчащихся животных. Кто это там? Сайгаки?

Шофер резко тормозит машину. Не успели в завалах походного оборудования раскопать полевой бинокль, как стало видно и невооруженным глазом, что на последнем «сайгаке» скачет верхом казах в меховой шапке, а сами «сайгаки» по мере приближения приобретают сходство с низкорослыми степными скакунами.

И снова на долгие часы потянулась однотонная, скованная знойной дремотой степь. Растрескавшаяся от жары глина, белесая пыльная полынь. Почти у самой дороги орел закусывает сусликом. Завидев машину, не улетел, только повернулся к нам спиной.

Ничто так не утомляет в путешествиях, как однообразие окружающей местности. Сегодня полынная степь с ее удушающим горьким запахом, завтра — она же, послезавтра... Глаз напрасно ищет хотя бы кустика или просто камня у дороги. Редко-редко замаячат вдаль горбики казахских юрт, встретятся долговязые верблюды, уходящие порой на десятки километров от селения, или протрусит рысью одинокий всадник, обязательно в громадной меховой шапке.

И вот, когда уже твердо уверовал, что рощи, реки, щебетанья птиц — все осталось на далеком милом севере, машина устремляется к синей черте на горизонте и через час останавливается... на опушке леса. Вскормившись и лесник. Узнав, что перед ним геологи из Москвы и что ужин мы собираемся готовить не на



Над Волгой

костре, а на паяльной лампе, он успокоился.

В лесу, точнее, рощице, не более двухсот деревьев. Тем удивительней было услышать на заре многоголосый птичий хор. Плотность птичьего населения оказалась здесь просто непостижимой. Я отправился выследить одну певунью, которая уверенно, звонко повторяла с вершины ветлы свое незамысловатое: «Ко-кук! Ко-кук!»

За плечами неслышно вырос уже знакомый лесник. На свой вопрос я услышал, что поет «очень хорошая птица, просто роскошная птица, по-казахски именуемая «кокук». В эту минуту с вершины дерева слетел, распушив хохолок, красивый пестрый удод.

Через час мы покидали рощицу — последний зеленый маяк на краю пустыни.

Перед Доссором потянулись солончаки. На песчаных буграх — нефтяные вышки. Людей почти не видно: неторопливые качалки в жаркой тишине полусонно кланяются и выпрямляются, высасывая из глубин черную маслянистую кровь земли. Сам городок — в стороне от промыслов. Вода здесь ценится высоко, для людей и животных ее еще хаает, а для полива — нет. И змейки сухого незакрепленного песка ползут через раскаленный асфальт улиц.

Отсюда на тысячу километров наш путь будет лежать по древнему ложу Каспия. Выжженная пустыня; гладь

обширных солончаков, издали похожих на блестящее замерзшее море; коварные соры — остатки еще не высохших соляных озер; ровные, как чертежная доска, такыры. Для шоферов такыр — глинистая бескрайняя равнина — настоящий праздник: лети, как по асфальту! Зато в барханах будь начеку: увязнешь по самый кузов. Еще страшнее, если вас подстережет тинистый сор, заглатывающий и машину и все живое с неумолимостью таежных трясин. Когда, опасаясь фаланг и черных убийц каракуртов, мы съехали ночевать на край сора, в предрассветной мгле к нам на своей цистерне подъехал казахшофер — явился на выручку, решив, что нашу машину засосало. Святое чувство профессионального братства в пустыне особенно необходимо.

Встречная машина здесь — редкость. Как правило, водители сразу же сворачивают друг к другу, глушат моторы и обмениваются новостями, уточняя направление. В качестве ориентиров упоминаются и одинокая казахская могила, и заброшенный колодец, и даже гряда камней, причем от одной «вехи» до другой расстояние может быть и в 70 км и в 100 с лишним.

Удивляешься, сколько животных находит пропитание среди редкой и чахлой растительности! То и дело попадаются крупные черепахи, изредка шархнется из-под колес змея, на кустиках высохшей полыни дежурят в ожидании добычи ящерицы. Крупные гекконы стремительно носятся на

«цыпочках», бережно подымая хвост, дабы не оцарапать его о сухую глину. Местами вся почва изрыта норами хомяков. Заметив издали машину, осторожные зверьки со всех ног спешат в укрытие.

Ночью пустыня полнится знойным стрекотанием цикад. Эта, в общем-то приятная, музыка наводит на неприятные размышления: не касается ли земли полог спального мешка, не забрался бы на кровать-раскладушку треклятые кара-курт или фаланга. А утром каждый старательно вытряхивает туфли — излюбленное место ночлега скорпионов. Один из этих малосимпатичных созданий долго путешествовал у меня в бутылке из-под кефира.

Большую тревогу внушает судьба сайгаков и джейранов. Еще семь-восемь лет тому назад тысячные стада джейранов можно было встретить в 10 км от кишлаков. Случалось, дикие животные мирно паслись по соседству с овцами.

Сейчас не то: равнина вдоль и поперек изборождена следами от автомашин. За сотни километров, даже из далеких Красноводска и Небит-Дага приезжают сюда на кровавую забаву браконьеры. Подчас и те, кто высокий чин свой считает надежным щитом от уголовной ответственности. Беззащитных животных, ослепленных фарами, расстреливают в упор. Добыча бывает так обильна, что нет нужды преследовать многочисленных подранков — им предоставляется медленная смерть, иногда после



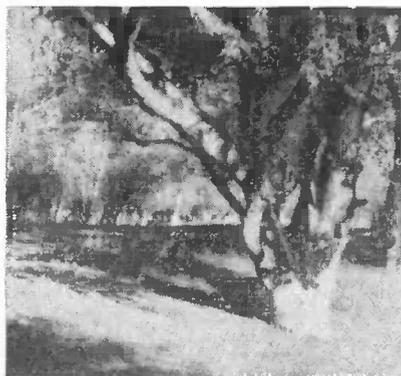
недели мучений. Небрежно наспех снятые шкуры животных, красивые витые рога десятками валяются в местах былых набегов. А в районе Каундинской впадины мы наткнулись на свалку неосвежаванных, брошенных джейранов: убийцы не сумели даже их увезти.

О безобразиях подобного рода писалось неоднократно. Но стада джейранов будут таять до той поры, пока браконьеры не расстанутся, наконец, с уверенностью в собственной недосыгаемости и безнаказанности.

...Сор Мертвый Култук. Много дней подряд мы пробираемся через земли, недавно еще считавшиеся белыми пятнами на картах. Но двадцатый век ощущается и здесь.

Колодец у дороги. На каменной плите немилосердно трещит бензиновый моторчик. Насос качает воду с невообразимых глубин и сливает ее по каменному желобу в бетонированный бассейн. К пресной воде, сгрудившись плотной стеной, прильнули овцы. А над ними протянул длинную шею верблюд и тоже пьет, прикрыв от наслаждения выпуклые глаза. Оглушенные ревом мотора грозные волкодавы степенно отходят в сторону, давая возможность напиться подъехавшим геологам.

Где только не обживаются эти кочевники двадцатого века — геологи! Безжизненная, дотла спаленная солнцем пустыня, и вдруг, как дерзкий вызов стихиям, — целый городок полотняных палаток и юрт. Ровным строем стоят автомашины, тракторы. В



стороне — заправочная. Дымит полевая кухня. Над пыльной, истоптанной площадкой — волейбольная сетка. Здесь надолго обосновались алмаатинские геологи, разведчики нефтяных богатств. По их следам в пустыне уже вырастают нефтяные вышки, ползет черная нитка нефтепровода.

Нас ведут показывать новинку — юрту из синтетики. Юрта и вправду диковинная: прекрасно защищает от жары, непроницаема для всяческой твари, вроде фаланг, освещается электричеством, и притом предельно легка и портативна. Даже крепежные болты не из металла, а из пластмассы и светятся по ночам, указывая путь к жилью.

На десятый день странствий мы увидели морской залив — словно серебряное блюдо на пыльной скатерти пустынь. Каспий! Вот уж было радости! Ночевали на косе Кара-Богаз-Гола у соляных промыслов.

По трубам, в которых человек мог бы пройти не сгибаясь, из залива в гигантский водоем перекачивают воду. Жаркое солнце выпаривает ее, оставляя на дне метровый слой сульфата натрия.

Если сверху бросить камушек в плотный соляной раствор, слышится клцанье, будто камень попал в грудку костей. Позже, в Кызылкумах нам довелось купаться в целебном оз. Моллакара. Утонуть в нем невозможно. Подложив под голову дощечку, можно спокойно читать газету на середине озера. Однако, выбравшись на берег, необходимо тотчас окунуться в пресную воду, иначе обростешь

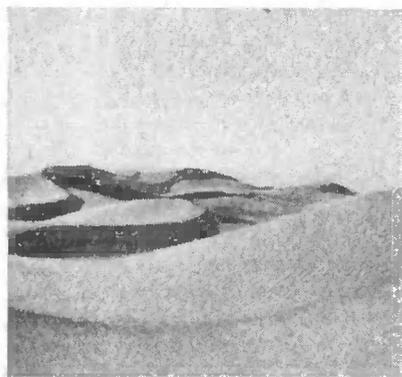
С л е в а
Икряной осетр. Река Урал
С п р а в а
Роца на берегу реки Урал

соляными кристалликами, как шерстью.

Из путешествия я привез серию цветных диапозитивов. На одном из них быстрые виртуозные птицы мечутся в каскадах серебряных брызг. Снимок сделан из окна кабины, когда мы преодолевали косу Кара-Богаз. Правыми колесами машина бороздила море, а левыми печатала мгновенно исчезающий след в сыром прибрежном песке. Иной дороги нет — в грядках ракушечника, выстилающего берег косы, машина безнадежно вязнет по самые ступицы. Наши постоянные спутники — морские кулички. Они очень любопытны и все время держатся около движущегося автомобиля. Если же машина застревает, кулички мгновенно спускаются в море и ждут, покачиваясь на волнах.

Через лазурный пролив Кара-Богаз-Гола переправлялись на пароме. С южного берега на пароме вместе с верблюдами прибыла многоголосая отара овец. На берег эту бестолковую ораву сводил не пастух, а бородастый, царственно важный козел с колокольцем на шее. Овцы подчинились ему беспрекословно.

И вот мы в Красноводске, уютном городке, избавившемся, наконец, от извечной жажды. Идем дальше. Перед нами — высокие рябые барханы Челекена. Аскетически суровый край, нефтяные вышки, черные озера нефти, черный, застилающий полнеба шлейф дыма над сажным заводом. Нефть и озокерит — главные богатства края. Да еще, пожалуй, море, неповторимой красотой своей иску-



*Вверху
Меловые горы Усть-Урта*

*В середине
По тракторному следу... Южный Казахстан*

*Внизу
Барханы песков Каракум*

пающее пустынную скудость берегов.

Со словом «пустыня» в воображении возникает нечто убогое, серое, утомительно однообразное. Но вот на полпути от Челекена к Небит-Дагу перед нами вырастают закрепленные барханы. Они скованы, остановлены растительностью, «пришиты» прочными корнями трав и кустарников. Какая здесь роскошная палитра цветов — от кремово-желтых, розоватых, фиолетовых до пунцово-красных! По крутым песчаным склонам стекает зеленое серебро саксаула. Мы застали этого традиционного стража барханов в его лучшей, свадебной поре. Саксаул цветет. Кусты от подножия до верхушек осыпаны легкими, будто изготовленными из перлона, кровависто-красными шариками, шуршащими при малейшем дуновении ветра. В этот утренний час еще хранящая ночную свежесть пустыня вполне сошла бы за филиал рая на земле. Был, если хотите, и змей-искуситель. Песчаный удавчик желтой молнией взметнулся из песка и, заметив посторонних, мгновенно вновь зарылся. Но он не один маскируется подобным образом. Проворная ящерица-круглоголовка вначале попыталась напугать нас своим сходством со скорпионом. Хвостик ее, испещренный, подобно шлагбауму, черными полосками, игриво хлещет в воздухе, как бы нащупывая противника. Если же противник не испугается, ящерица задрожит, как в лихорадке, и буквально на глазах погрузится в песок. Ищи теперь!

Однако не очень увлекайтесь поисками, будьте настороже: вас с минуты на минуту могут обнаружить пустынные клещи. Крупные, величиной с большого клопа, на длинных проворных ножках, они побегут по вашему следу, куда бы вы ни свернули.

И все же закрепленные барханы — поистине рай в сравнении с блуждающими песками. Сколько раз наша испытательная машина «по брюхо» увязала в песке, так и не одолев рыхлой вершины бархана! Сколько

раз мы откапывали ее... скособоченную... кто лопатой, кто просто руками!

Пышащие жаром песчаные бугры раскинулись вокруг до самого горизонта. Высота некоторых из них достигает десятиэтажного дома. И кто знает, сколько раз еще застрянет машина в зыбкой стихии, пока не выберется на спасительный такыр.

Лица у нас искусаны насекомыми и опухли, глаза слезятся от горячей пыли и нестерпимо яркого солнца. Уже много дней страдаем от недостатка воды: теплая, мутная, солоновато-горькая, со слизью, она уже десять дней бултыхается в оцинкованной фляге. Солнце — в самом зените и палит нещадно. Около пятидесяти градусов в тени! Песок прожигает тело даже сквозь одежду. Если при подъеме машины вороток домкрата откатился в сторону, голой рукой брать его опасно — обожжешься; надо сначала зашвырнуть его под машину, чтобы поостыл в тени. В такой обстановке ничего не жалко: под колеса летит кошма, заменяющая нам матрацы, брезент, мешки. Впору хоть самому ложиться в колею, лишь бы одолеть бархан. А впереди уже маячит второй, за ним третий...

Да, поиски нужных стране полезных ископаемых даются нелегко. Но это до тех пор, пока не напоит вода всей шири сегодняшней пустыни. А время это уже совсем близко.

УДК 914

Морской конек

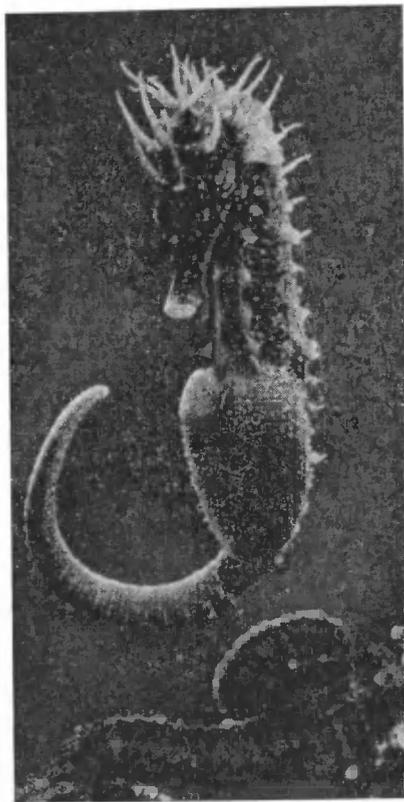
Милдред Д. Беллони
США

Всякому, кому приходилось бывать на Черном или Японском море, хорошо знакомы маленькие, юркие существа, неустанно снующие взад и вперед, вверх и вниз среди прибрежных зарослей морских водорослей и травы-зостеры. Это морские коньки. Но мало кто знает, что морской конек — близкий родственник морских игл и вместе с ними относится к подотряду сростночелюстных рыб. Впрочем, трудно признать эти удивительные, даже несуразные существа за рыб: уж очень они мало на них похожи.

Морской конек выглядит так, словно случайно подобран из отдельных частей, где-то взятых напрокат и не очень удачно подогнанных друг к другу: у него хвост обезьяны, туловище насекомого, сумка кенгуру, голова лошади, глаза хамелеона и панцирь, как у рыцарей короля Артура. Панцирь морского конька состоит из перекрывающихся одна другую костных пластинок и выполняет ту же роль, что и чешуя у рыб. Но он намного тяжелее, упруг, как барабан, и блестит, как лакированный, что придает морскому коньку сходство с насекомыми.

Крошечные бугорки и шипы, покрывающие панцирь в тех местах, где пластинки сочленяются друг с другом, образуют шершавые кольца. Таких колец от шеи до кончика хвоста у взрослых особей можно насчитать больше пятидесяти.

Голова морского конька сидит на шее, а шея у рыбы — действительно большая редкость. Оканчивается го-



Хвост морского конька напоминает обезьяний — с его помощью морской конек может цепляться за камни и растения, чтобы его не снесло течением

лова хоботком с ротовым отверстием. Ухватившись хвостом за водоросль или другой предмет, морской конек засовывает свой рот-трубку в тину и выскидывает там свою любимую пищу — крошечных рачков. Когда добыча обнаружена, он всматривается в нее настолько пристально, что напоминает в этот момент близорукого человека. Временами это оцепенелое наблюдение продолжается очень долго, и начинает казаться, что морской конек потерял всякий интерес к своей жертве. Но внезапно следует бросок — и рачка как не бывало.

Глаза морского конька вращаются совершенно независимо один от другого. Правый глаз может высматривать пищу среди водорослей на дне, тогда как левый внимательно следит за появлением врага сверху или же разыскивает (в период размножения) подходящего партнера.

У морского конька нет ни зубов, ни ребер, ни желудка. Плавает он почти всегда в вертикальном положении. Лишь изредка, да и то в юном возрасте, он принимает горизонтальное положение или переворачивается вниз головой. У взрослых особей неправильное положение тела, как правило, служит признаком болезни.

Дышит морской конек тоже необычным образом. Он втягивает воду в рот и пропускает ее через пучок тонких нитей в жабрах. Во время вдоха, оболочка, прикрывающая жабры, выпячивается наружу, и по бокам на голове морского конька

появляются миниатюрные рожки, как у маленького чертика.

Родовое латинское название морского конька *Hippocampus*, что означает «лошадь-гусеница». И действительно, голова как у лошади, а хвост как у гусеницы. Но еще больше этот хвост напоминает обезьяний — до того он подвижен и упруг. Он позволяет морскому коньку цепляться за камни, кораллы, водоросли и другие предметы и сохранять стационарное положение даже при быстрых течениях.

Морской конек необычен не только по внешнему виду, но и по особенностям своей биологии. Так, при размножении самки откладывают свою икру в сумку самца, где она и оплодотворяется. Самец вынашивает мальков до тех пор, пока они не становятся способными существовать самостоятельно. При спаривании самец и самка, уцепившись хвостами друг за друга, совершают нечто вроде брачного танца, заключающегося в волнообразных движениях всего тела. Танец этот иногда продолжается до 30 мин., после чего побочкайцеукладчик самки вставляется в сумку самца, которая находится прямо над хвостом. Наполнив сумку до краев своими икринками, самка отплывает в сторону и начинает искать следующего самца. Она продолжает охотиться за партнерами до тех пор, пока не избавится от всех своих икринок. Иногда же происходит обратное: самец ищет другую самку, если первая партнерша не наполнила его сумку до краев. При случае он ищет и третью и четвертую.

Икринки морского конька окрашены в причудливые цвета. Их ядра оранжево-розовые и окружены жидкой оболочкой, заключенной в прозрачную мембрану, похожую по форме на мешочек. У различных видов морского конька икринки варьируют от 0,5 до 1,5 мм в диаметре. В «сумках-инкубаторах» сверху имеется маленькое отверстие, которое закрывается, как только сумка наполнится до отказа.

Было проделано несколько экспериментов, чтобы выяснить роль отцовской сумки в развитии икринок. Французский ученый Рене Тевеньи обнаружил, что пустая сумка внутри «выложена» слегка морщинистой слизистой тканью. Когда в сумку попадают икринки, с этой тканью происходят значительные изменения: она набухает, разрастается и начинает напоминать губку. В ней увеличиваются и разветвляются капиллярные сосуды, по которым поступает кровь. Когда икринки заполняют сумку, то каждая из них как бы раздражает ткань. На ней появляются поры или ямки, после чего вся внутренняя сторона сумки становится похожей на сеть с четырехугольными ячейками, и в каждой ячейке находится по икринке. Вскоре сумка разделяется на две части, что создает добавочную поверхность, благодаря которой икринки получают возможность разместиться на псевдоплацентарной ткани. Иначе им не хватило бы пространства. Те же икринки, которым не досталось свободного участка, обречены на гибель.

Развитие икринок начинается почти сразу же после занятия ячейки. Похожая на скорлупу мембрана обволакивает каждую икринку и по истечении соответствующего времени разрывается внутри сумки; но зародыш морского конька не спешит наружу. Он уютно устраивается в псевдоплацентарной ткани и обычно остается там до тех пор, пока в его пузыре не иссякнет весь желток. В этот период он сохраняет согнутую форму, присущую эмбрионам столь многих живых существ. Зародыш выпрямляется только тогда, когда становится достаточно зрелым и выходит в открытую воду.

У большинства видов морских коньков мальки начинают покидать сумку через 45—50 дней. Однако у новозеландских и у некоторых европейских и тихоокеанских видов полностью созревший малек выходит из сумки уже через 30 дней после оплодотворения икринок. Чем крупнее становятся мальки, тем больше разбухает живот у вынашивающего их самца. Чем ближе срок «родов», тем мед-



«Брачный танец» морских коньков. Самка морского конька обхватила шею самца хвостом. Вскоре она своим яйцеукладчиком отложит икринки в сумку партнера

леннее становятся его движения, он вяло плавает в воде взад и вперед. Но проходит несколько часов и поведение самца резко меняется: у него начинаются настоящие корчи, он вертится вокруг своей оси, прыгает вверх и вниз, причем все это сопровождается энергичными сокращениями мускулов сумки.

У большинства видов морских коньков каждая «беременность» заканчивается рождением от 200 до 300 крошечных мальков размером в полсантиметра или даже меньше. Сумка опорожняется в несколько приемов, и весь процесс часто затягивается до нескольких дней. Каждая «порция» мальков состоит обычно из 10—15 штук. Сумка опорожняется от двадцати пяти до тридцати раз. Когда почти все мальки уже появились на свет, самец крепко прижимает свою сумку к камню или раковине, чтобы опорожнить ее до конца.

Когда последние мальки выходят наружу, мускульные сокращения сумки еще некоторое время продолжают, но постепенно затухают и, в конце концов, все приходит в норму: щель в верхней части сумки закрывается, а ткань внутри возвращается к первоначальному состоянию.

Покинув отцовскую сумку, мальки морского конька сразу же всплывают к поверхности воды и цепляются хвостами за любой подходящий предмет, а то и за хвост одного из своих братьев или сестер.

Однако вскоре они уже приучаются плавать в вертикальном положении. Глаза новорожденных морских коньков в возрасте одного-двух дней кажутся чрезвычайно большими, по сравнению с остальным телом. Тело молодого морского конька почти прозрачно. Если рассматривать его под лупой, то ясно заметно биение сердца. Однако вскоре на нем начинают появляться пятнышки пигментации, которые сначала почти не видны, но постепенно темнеют, все шире расползаются по телу и, наконец, смыкаются друг с другом. Вот тогда-то юные морские коньки и приобретают «взрослую» окраску.

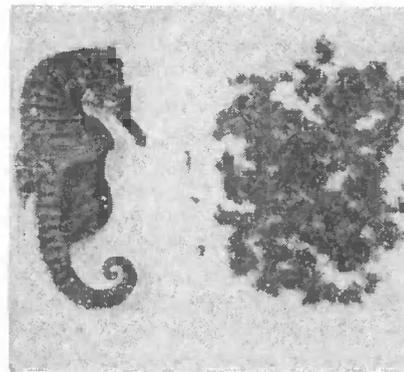
Половые признаки обычно незаметны до пяти—восьми месяцев. Лишь в редких случаях молодой морской конек созревает в возрасте до одного года.

У нескольких видов, обитающих в западных субтропических водах Атлантики, спаривание происходит в конце зимы, а приблизительно через 60 дней из отцовской сумки появляются мальки. В европейских водах спаривание начинается весной, а юное поколение морских коньков исторгается из сумок летом.

Не все икринки морского конька развиваются благополучно: из многих так и не получается мальков. Иногда третья часть всего помета оказывается мертворожденной. Так, например, в отличие от людей, для морского конька «родиться в рубашке» означает почти верную гибель. Такой малек появляется на свет в оболочке икринки, которую он не успел с себя сбросить. «Рубашка» вынуждает такого малька занимать неудобное горизонтальное положение у самой поверхности воды. Непрошенный парашют не дает ему погрузиться, а в «подвешенном» состоянии у него остается мало шансов раздобыть себе пищу. Если такой малек ухитрится сбросить с себя свой балласт — он спасен. Несколько ловких движений хвостом — и это удивительное, похожее на миниатюрного шахматного коня существо исчезает из виду.

Перевод с английского
В. И. Скурлатовой
Из журнала «Pacific Discovery», т. XXI,
1968, № 3

УДК 639.303.4



После появления мальков на свет сумка самца опадает. Щель вскоре закрывается и внутренняя ткань сжимается до нормального состояния

Лев Александрович Тарасевич

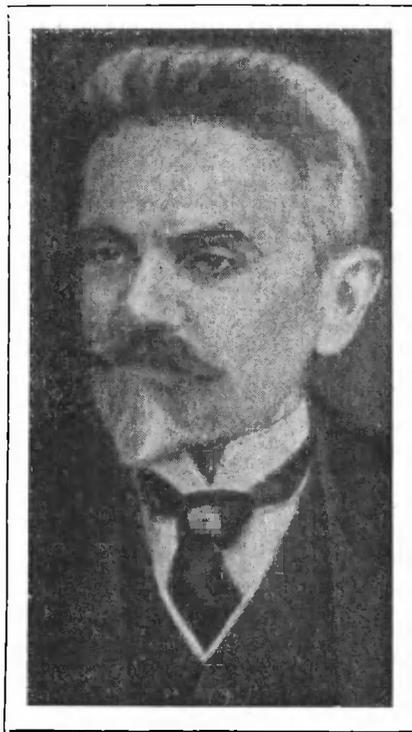
Профессор Д. С. Щастный

Одесский государственный университет им. И. И. Мечникова

В 1968 г. ученые Москвы и некоторых других городов страны отметили 100-летие со дня рождения Льва Александровича Тарасевича, одного из основоположников микробиологии и эпидемиологии, крупного организатора советской биологии и медицины, достойного ученика И. И. Мечникова. Много сил отдал Лев Александрович борьбе с эпидемиями и заслужил всеобщее признание как ученый-гуманист. Талантливый педагог и лектор-просветитель, Л. А. Тарасевич придавал большое значение популяризации науки. Он был одним из основателей «Природы» — старейшего в нашей стране научно-популярного журнала по естествознанию. С 1913 г. до своей смерти (в 1927 г.) Лев Александрович совместно с проф. Н. К. Кольцовым и акад. А. Е. Ферсманом был редактором «Природы». А. Е. Ферсман в некрологе, посвященном Л. А. Тарасевичу, говорил: «Природа» остается одним из его созданий и будет продолжать его завет, который он написал мне в самые тяжелые годы ее существования — «заботьтесь о нашей «Природе», ведь это дело общее, дело всей русской науки»¹.

Тарасевич родился 2(15) февраля 1868 г. в Тирасполе. Окончив в Кишиневе гимназию, Лев Александрович в 1887 г. поступает на естественное отделение физико-математического факультета Новороссийского университета (Одесса). Нелегко оказался путь молодого студента в науку. Плата за учение была высокая, необходимо было приобретать учебники, форменную одежду и т. д. Л. А. Тарасевичу приходилось давать частные уроки и репетировать учеников, живя на этот заработок и поддерживая им свою мать, брата и сестру. Обладая прекрасным слухом и увлекшись итальянской оперой, гастролировавшей в Одессе, Лев Александрович изучил итальянский язык и стал писать театральные рецензии.

Экзамены в университете он сдавал блестяще, поражая преподавателей своей исключительной памятью и яркой речью. Кроме того, с первых же курсов Л. А. Тарасевич приоб-



Лев Александрович Тарасевич
(1868—1927 гг.)

щается к научной работе в кабинете минералогии, руководимом проф. Р. А. Пренделем, проявляя склонность к лабораторным исследованиям. Пытливый ум студента с жадностью воспринимает все новое и прогрессивное, что преподносится на лекциях И. И. Мечникова, А. О. Ковалевского и других ученых, оказавших огромное влияние на формирование будущего ученого. В студенческие годы Лев Александрович познакомился с Анной Васильевной Стенбок, так же как и он увлекавшейся вокальным искусством. Анна Васильевна стала женой и верным другом Льва Александровича.

В течение полутора лет после окончания университета Л. А. Тарасевич слушает лекции в Военно-медицинской академии в Петербурге, а затем переезжает в Париж, где заканчивает медицинский факультет и одновременно работает в лаборатории И. И. Мечникова. В 1897 г. Л. А. Тарасевич сдает в Киевском университете лекарский экзамен и в течение двух лет сотрудничает в лаборато-

¹ «Природа», 1927, № 6, стр. 425.

рии известного патолога В. В. Подвысоцкого вместе с Д. К. Заболотным, И. Г. Савченко и другими. Здесь Л. А. Тарасевич проводит исследование, посвященное изменению клеток организма при голодании. Эта работа привлекла внимание многих выдающихся патологов.

В 1900—1902 гг. Л. А. Тарасевич работает в Париже под руководством И. И. Мечникова над докторской диссертацией «К учению о гемолизинах», после чего переезжает в Одессу, где его избирают на должность прозектора, а затем приват-доцента кафедры общей патологии медицинского факультета Новороссийского университета. Эту кафедру возглавлял проф. В. В. Подвысоцкий, помощником его был С. М. Щастный, с которым Л. А. Тарасевича связывали общие научные интересы и личная дружба.

Развернув здесь с первых же дней интенсивную научную деятельность, Л. А. Тарасевич завершил свою докторскую диссертацию. Работа о гемолизинах была одной из первых диссертаций по иммунитету и требовала от Л. А. Тарасевича глубоких исследований, так как в тот период работы об антителах использовались некоторыми учеными для критики клеточной теории иммунитета. Л. А. Тарасевич показал в своих исследованиях, что антитела кровяной сыворотки происходят из клеток некоторых органов. Это способствовало дальнейшему развитию клеточной теории иммунитета, разработанной И. И. Мечниковым.

Здесь же Л. А. Тарасевичем была выполнена совместно с С. М. Щастным работа «О причинах быстрой смерти иммунизированных чужой кровью животных», которая имела большое значение для выяснения вопроса о механизме анафилактической реакции, наблюдаемой при введении людям лечебных сывороток, полученных от лошадей.

На кафедре Л. А. Тарасевич читает курс лекций по иммунитету, а также организует обязательный курс практических занятий по микробио-

логии, привлекая большое внимание студентов. С 1905 г. в связи с отъездом В. В. Подвысоцкого из Одессы Лев Александрович возглавляет кафедру общей патологии и бактериологии.

В 1907 г., а затем в 1909 г. Л. А. Тарасевич выступает в печати со статьями о необходимости улучшить преподавание медицинских дисциплин в университетах. В 1908 г. он пишет учебник «Общая патология», выдержавший затем 4 издания. Тогда же он начинает подготовку фундаментального трехтомного отечественного руководства «Медицинская микробиология», которое вышло в 1912 г.

Л. А. Тарасевич старался увлечь научной работой молодых сотрудников кафедры и студентов. Под его влиянием начал свою научную деятельность студент А. А. Богомолец, впоследствии академик и президент АН УССР. Доценту кафедры глазных болезней В. П. Филатову, который стал большим ученым, Лев Александрович помогал в экспериментальных исследованиях по докторской диссертации.

Лев Александрович читал лекции по холере на курсах санитарных врачей при Одесской бактериологической станции. Здесь в разное время, кроме И. И. Мечникова, работали Н. Ф. Гамалея, Д. К. Заболотный, Я. Ю. Бардах и другие выдающиеся микробиологи.

Обширной и плодотворной была общественно-научная деятельность Л. А. Тарасевича. Один из учредителей прогрессивного Медицинского общества при Новороссийском университете, он постоянно выступал с докладами и лекциями на съездах врачей, фельдшеров и санитаров, перед студенческой и рабочей аудиториями.

Л. А. Тарасевич участвовал в создании прогрессивного Союза младших преподавателей, который вместе с Коалиционным студенческим бюро организовал бойкоты лекций реакционных профессоров, сходки, митинги, забастовки. За это в мае 1905 г. Л. А. Тарасевич был уволен из университета, однако, благодаря бурному протесту прогрессивной общест-

венности не только Одессы, но и ряда других городов, в октябре 1905 г. его восстановили на работе.

25 мая 1907 г. на заключительном заседании X Пироговского съезда в Москве Л. А. Тарасевич выступил с докладом «О голоде». Ученый говорил о том, что большая часть населения России живет впроголодь, что голодные годы связаны с социальными причинами, а не являются следствием только неурожая, как это пыталось представить царское правительство. Речь о голоде, обличавшая пороки царизма и призывавшая население к борьбе за переустройство общества, прозвучала на всю Россию и повлекла усиленную травлю Л. А. Тарасевича. Это вынудило его покинуть Одессу.

Осенью 1907 г. Л. А. Тарасевич переехал в Москву, где был избран профессором Высших женских курсов по кафедре микробиологии, а также приват-доцентом Московского университета. Однако в 1911 г. в знак протеста против реакционной политики министра просвещения Касо Лев Александрович вместе с другими прогрессивными преподавателями вышел из университета и был восстановлен в нем только после революции.

По предложению И. И. Мечникова Л. А. Тарасевич принял участие в экспедиции, организованной в 1911 г. Пастеровским институтом. Целью этой экспедиции было изучение очагов чумы в калмыцких степях, а также распространения туберкулеза среди калмыков.

В период первой мировой войны Л. А. Тарасевич, работая в санитарном отделе Земского союза, возглавил борьбу против эпидемий, развернул широкую деятельность по организации массовых предохранительных прививок в армии и в тылу. С этой целью он организует съезды и совещания фронтовых врачей, разрабатывает методику применения вакцин, подготавливает и публикует несколько статей по этому поводу. Для изучения постановки прививочного дела в армиях союзников Красный Крест командировал Л. А. Тарасевича в 1916 г. во Францию, а в

1917 г., после Февральской революции, его назначают главным полевым военно-санитарным инспектором Северо-Западного фронта.

Выдающийся организаторский талант Л. А. Тарасевича особенно широко проявился после Великой Октябрьской социалистической революции. Он был одним из первых ученых, сразу же включившихся в строительство Советского государства. По этому поводу первый нарком здравоохранения Н. А. Семашко писал: «Л. А. Тарасевич чутьем гуманиста и социального гигиениста понял, на чьей стороне его место».

В 1918 г. Лев Александрович принимает горячее участие в создании Центральной эпидемической комиссии, прилагая все усилия, чтобы помочь молодой Советской республике выбраться из ужасного бедствия эпидемий. Кроме того, он входит в состав Ученого медицинского совета Наркомздрава и Центральной сыровоточно-вакцинной комиссии, председателем которой он остается все последующие годы. В 1919 г. Л. А. Тарасевич возглавляет созданный по его инициативе Центральный государственный научный институт Наркомздрава в составе восьми специализированных институтов. Одновременно он руководит входящим сюда Государственным контрольным институтом медицинских биологических препаратов (которому присвоено имя Л. А. Тарасевича).

Эта деятельность Л. А. Тарасевича получила всеобщее признание: в 1923 г. ему по случаю пятилетнего юбилея Наркомздрава было присвоено звание Героя труда; в 1922 г. он был избран действительным членом Украинской академии наук; в 1927 г. Гамбургский университет представил его к награде золотой медалью медицинского факультета.

На долю Л. А. Тарасевича выпала также миссия налаживать культурные связи молодой Советской республики с зарубежными странами. С этой целью в 1922 г. он принимает участие в заседании Серологической комиссии Лиги Наций в Женеве, в 1923 г. в Париже участвует в тор-

жественном заседании, посвященном 100-летию со дня рождения Пастера. Налаживанию этих связей способствовало личное знакомство Л. А. Тарасевича со многими выдающимися учеными Запада, и прежде всего с сотрудниками Пастеровского института — Дюкло, Вайнбергом, Ру, Кальметом, Бюрнз и др., глубоко уважавшими Льва Александровича. Это же обстоятельство побудило Пастеровский институт в Париже через О. Н. Мечникову передать Л. А. Тарасевичу наследие покойного И. И. Мечникова для организации при институте Наркомздрава СССР музея его имени, который и был открыт 26 сентября 1976 г.

Лев Александрович принимал самое деятельное участие в работе всех съездов микробиологов, эпидемиологов и санитарных врачей. X Всесоюзный съезд бактериологов в сентябре 1926 г., приуроченный к 40-летию Одесского бактериологического института им. И. И. Мечникова, был последним съездом, на котором выступал Л. А. Тарасевич. Это было блестящее выступление, посвященное предохранительным прививкам против туберкулеза при помощи новой вакцины ВСГ¹.

В последующие месяцы здоровье Л. А. Тарасевича резко ухудшилось. В июне 1927 г. он скончался, находясь в санатории в Дрездене. Прах его покоится на Новодевичьем кладбище в Москве.

¹ Вакцина из живых ослабленных туберкулезных бактерий, применяемая и сейчас для диагностики и профилактики туберкулеза у детей.

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

БИОЛОГИЯ

Биофизика. Под ред. Б. Н. Тарусова и О. Р. Кольс. М., «Высшая школа», 468 стр., ц. 1 р. 19 к.

Дубинин Н. и Губарев В. Нить жизни. Очерки о генетике. Изд. 2-е, перераб. и дополн. М., Атомиздат, 168 стр., ц. 52 к.

Дювиньо П. и Танг М. Биосфера и место в ней человека. (Эколог. системы и биосфера). Пер. с франц. Под ред. А. Н. Формозова. Послесл. Ю. К. Ефремова. М., «Прогресс», 254 стр., ц. 1 р. 79 к.

Лесгафт П. Ф. Избранные труды по анатомии. Под ред. Д. А. Жданова. М., «Медицина», 371 стр., ц. 3 р. 34 к.

Лучник Н. Невидимый современник. М., «Мол. гвардия», 254 стр. (Серия «Эврика»), ц. 54 к.

Основные проблемы современной геоботаники. Сб. статей, Отв. ред. Б. А. Тихомиров и В. И. Василевич. Л., «Наука», 160 стр., ц. 80 к.

Янушевич А. И. и Тарбинский Ю. С. Животный мир Киргизии. Фрунзе, «Кыргызстан», 146 стр., ц. 58 к.

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА,

АСТРОНОМИЯ

Бронштэн Б. А. Беседы о космосе и гипотезах. М., «Наука», 240 стр., ц. 41 к.

Дорман Л. И. и Мирошниченко Л. И. Солнечные космические лучи. М., «Наука», 468 стр., ц. 2 р. 12 к.

Линдон Р. Заметки по логике. Перев. с англ. Под ред. И. М. Яглома. М., «Мир», 128 стр. (Соврем. математика. Попул. серия), ц. 41 к.

Маковецкий П. В. Смотри в корень! Сборник любопытных задач и вопросов. Изд. 2-е, переработ. и дополн. М., «Наука», 335 стр., ц. 47 к.

Фрейдман Л. С. Творцы высшей математики. М., «Наука», 216 стр., ц. 65 к.

Очерки о выдающихся математиках XVII—XVIII вв.

Френкель Я. И. Абрам Федорович Иоффе. Л., «Наука», 26 стр., ц. 9 к.

Фриш С. Е. Современная оптика. М., «Знание», 64 стр., ц. 12 к.

Пирит изменяет ландшафты

В. Г. Прохоров
Кандидат геолого-
минералогических наук
Красноярск

Окружающая нас природа — необычайно сложно организованный комплекс, в котором все явления и процессы находятся в явных или скрытых от нашего взгляда связях. Обрыв любой из таких связей приводит к нарушению динамического равновесия, установившегося в течение тысяч или даже миллионов лет, к возникновению необратимых процессов, к гибели природных ландшафтов, растительных и животных сообществ. Нарушение природного равновесия может возникать в результате косвенного воздействия человека на природу. Примером такого воздействия может служить промышленное использование минерала пирита, продукты переработки которого способны на больших территориях изменить природные ландшафты, превращая цветущие долины и леса в безжизненные пустыни.

Пирит (FeS_2) — единственный рудный минерал, способный подобно каменному углю и другим каустобиолитам аккумулировать солнечную энергию. Так же как и каустобиолиты в окислительных условиях, он отдает эту энергию окружающей среде, но в отличие от них выделяет в процессе горения не «безобидную» углекислоту, а сернистый газ и серную кислоту. Добыча пирита и переработка его во все возрастающих масштабах ведет к вовлечению в круговорот и все большего количества серы. Возникают специфические, в глобальном понимании локальные, но достаточно обширные, чтобы вызвать серьезную озабоченность, серно-кислотные ландшафты — идет общее

заражение серой гидросферы и атмосферы.

Горнопромышленная и другие виды хозяйственной деятельности человека к настоящему времени превратились в мощный фактор миграции земного вещества, в ряде случаев уже значительно превышающей размеры миграции в природе. С совокупность процессов технической деятельности человека обусловила возникновение специфической, не существовавшей до его появления на Земле геохимической зоны, названной акад. А. Е. Ферсманом зоной техногенеза.

Масштабы процессов, протекающих в зоне техногенеза, определяются не только тем, сколько миллионов и миллиардов тонн горных пород перемещает человек при добыче полезных ископаемых или сколько сжигает он каменного угля и нефти, выплавляет металлов и получает новых соединений, не существовавших в природе, но и тем, насколько распространены побочные процессы — процессы, возникающие при нарушении природного равновесия.

Пирит представляет собой дисульфид железа, содержащий 53,3% серы и 46,7% железа. В природе он встречается практически во всех типах горных пород. Наибольшее количество пирита связано с различными метаморфическими породами и каменными углями. Крупные скопления его находятся в месторождениях цветных металлов. Некоторые из них, получившие название колчеданных, в основной части сложены пиритом

или, как его еще называют, серным колчеданом.

Человек давно научился использовать этот блестящий красивая камень. Уже в обиходе палеолитического человека вместе с кремнем, горным хрусталем, серпентином, обсидианом, яшмой, янтарем, мыльным камнем, нефритом, кальцитом, аметистом и полевым шпатом встречался и пирит. Какое применение находил ему человек каменного века? Вероятнее всего, далекие предки использовали возможность высекать из твердых кристаллов пирита при ударе их друг о друга или о кремьмень и кварц «искры», более «горячие» и более «долгоживущие» по сравнению с искрами других минералов. Это свойство пирита нашло отражение в самом названии минерала, происходящем от греческого корня $\pi\upsilon\rho$ — огонь.

Не осталось без внимания и другое свойство пирита — сильный металлический блеск свежих граней и полированной поверхности, законченность и изящность кристаллических форм. В могильниках древних инков часто находят пластинки отполированного до блеска пирита, служившие его владельцам зеркалами. Из кристаллов пирита в IX—XI вв. каракалпакские модницы носили бусы. Мода на украшения из пирита возрождалась и в последующие века и, по свидетельству Браунса, существовала во Франции вплоть до XIX в.

Средневековые ювелиры применяли пирит и для другой цели. В «Собра-

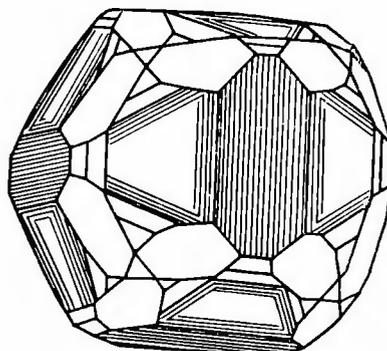
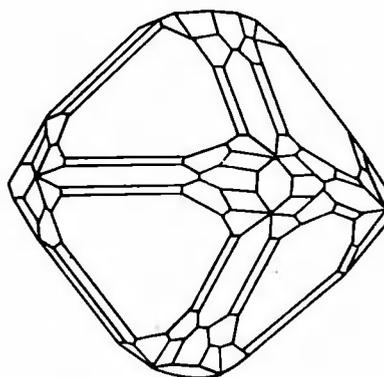
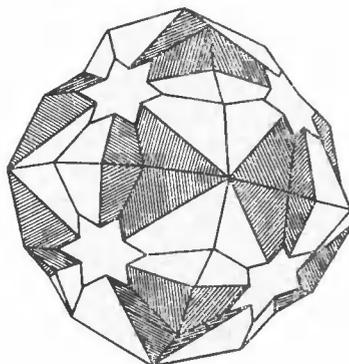
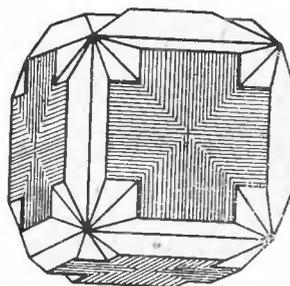
нии сведений для познания драгоценностей» Аль-Бируни указывает, что пирит (золотистый марказит) используется при полировке лаля (шпинели). Хорошо знали серный колчедан алхимики, называя его купоросной рудой (из пирита добывали купоросное масло — старое название серной кислоты).

Но подлинно промышленное использование пирита начинается со времени, когда открыли дешевый метод получения из него серной кислоты и когда процессы, связанные с переработкой и извлечением этого минерала из земной коры, начали вносить свой, увы, далеко не всегда положительный вклад в формирование геохимических ландшафтов нашей планеты.

Значение пирита особенно возросло с XIX в., когда началось широкое развитие химической промышленности. С этого времени и вплоть до 40-х гг. XX в. пирит остается источником серы для получения серной кислоты. В эти годы до 90% серной кислоты получали из пирита. Лишь с открытием богатых месторождений самородной серы и внедрением дешевых методов ее добычи (метод Фраша) пирит как источник серы отошел на второй план, хотя абсолютные цифры его добычи непрерывно возрастают.

Много пирита извлекается из земных недр попутно при добыче других полезных ископаемых и горных пород, но не используется вследствие низких содержаний и нерентабельности выделения этого минерала. Один из важнейших источников такого попутного пирита, почти полностью теряемого, — каменные угли, в которых пирит является вредной примесью, снижающей качество угля.

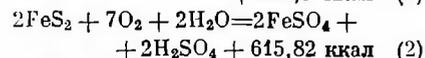
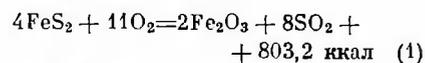
Пирит относится к минералам, устойчивым только в атмосфере, где отсутствует свободный кислород. Поэтому в природных условиях свежий, неокисленный пирит, как правило, встречается лишь ниже уровня грунтовых вод, в породах и рудах, не затронутых окислением. В полной мере проявляется неустойчивость пи-



Кристаллы пирита

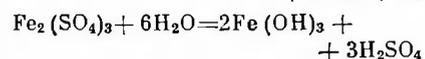
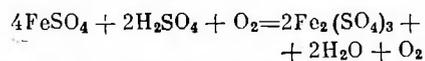
рита в окислительной обстановке в зоне техногенеза.

Химизм процесса окисления пирита может быть представлен следующими уравнениями:



Первая реакция «сухого окисления» протекает при сжигании пирита в печах сернокислотных заводов, топках котельных, горящих терриконах шахт, а также в зоне высоких температур колчеданных пожаров. Вторая реакция типичнее для природных процессов, поскольку может протекать при более низких температурах.

Окисление закисного железа до окисного состояния происходит с дополнительным выделением тепла:



Таким образом, конечными продуктами окисления пирита являются или окись железа и сернистый газ, или серная кислота и гидроокислы железа.

При разработке колчеданных залежей в открытых карьерах окисление огромных масс руды приводит к образованию такого количества серной кислоты, которое никогда не возникает при естественном (природном) течении процесса окисления. Концентрация кислоты в этих водах может достигать 5—10 и более процентов. Не менее интенсивно протекает окисление массивных пиритных руд при разработке их шахтным способом. Если такие разработки ведутся без надлежащих мер предосторожности, неизбежен разогрев и самовозгорание колчедана. В принципе саморазогрев колчедана в результате окисления происходит при любой системе разработки, однако опасность самовозгорания возникает только в том случае, когда количество тепла, выделяемое при окисле-

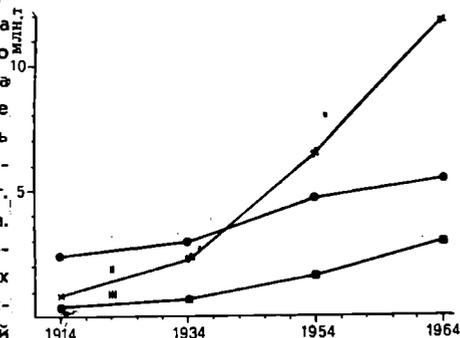
нии, оказывается больше, чем его рассеяние в окружающую среду. С повышением температуры процесс окисления ускоряется, повышается и теплоотдача в окружающую среду. При этом может установиться тепловое равновесие и прекращение саморазогрева. Если же количество выделяемого тепла преобладает над его рассеянием, на рудниках неизбежно возникают колчеданные пожары.

Обычно это происходит в тех случаях, когда проводится неправильная система разработки, которая ведет к скоплению в выработках раздробленного колчедана и большого притока воздуха, когда в шахте много крепленного леса, особенно в расщепленном, раздробленном состоянии, когда кислотность вод высока и т. д.

Если не принимать энергичных мер к тушению колчеданного пожара, он может продолжаться десятилетиями. Так, более 20 лет длился пожар на шахте Калата (Средний Урал).

Огромны масштабы выделения тепла при колчеданных пожарах. На Белореченском месторождении, по подсчетам проф. Г. Н. Вертушкова (1940 г.), за сутки выделялось свыше $1 \cdot 10^6$ ккал. При этом образовалось 318 кг серной кислоты. На Новолевинском руднике в течение 1938 г. ежедневно сгорало 320 кг пирита. Во время тушения колчеданного пожара на одном из среднеуральских рудников методом заливания количество серной кислоты, вынесенной из выработанного пространства, составило 6000 т, при этом выдвинулось $2,8 \cdot 10^9$ ккал.

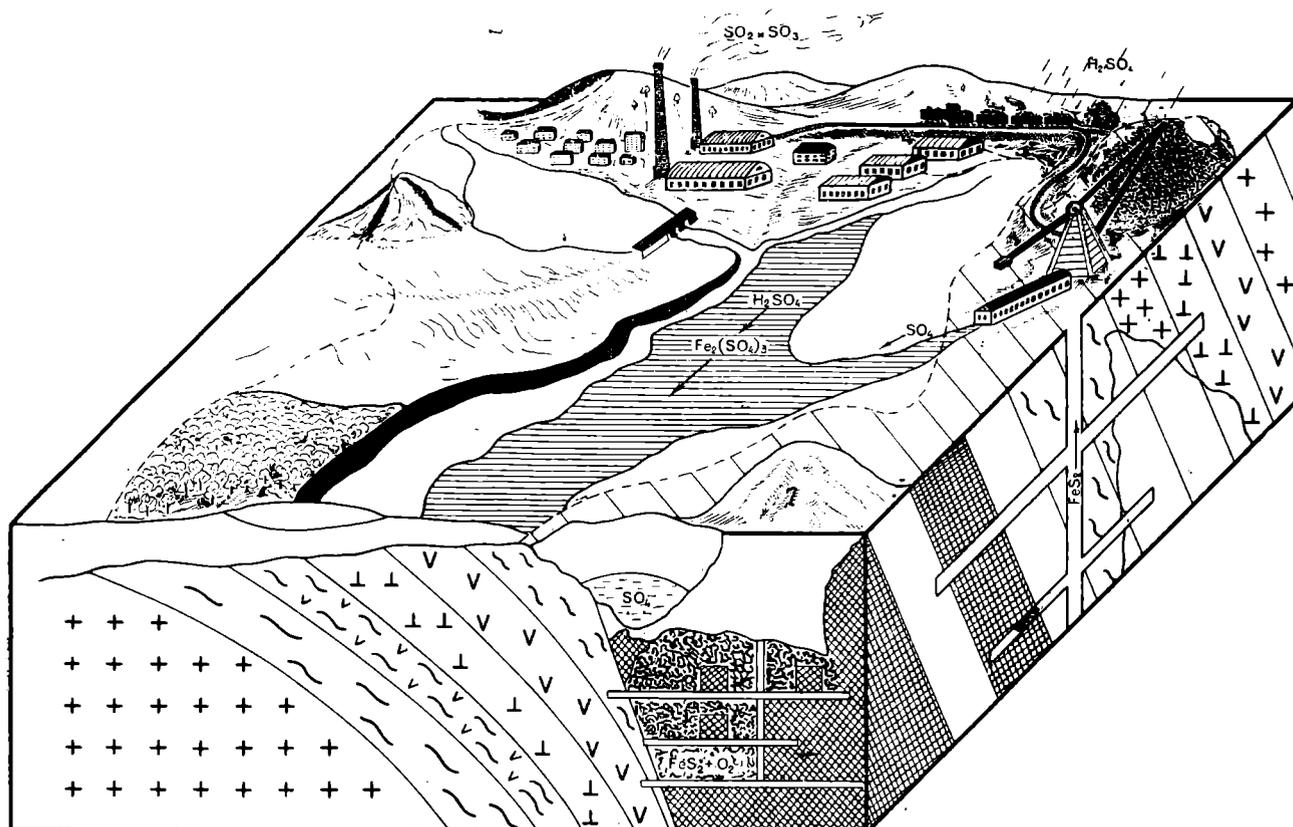
Горение колчедана сопровождается выделением большого количества сернистого газа, который распространяется по выработкам и трещинам далеко от очага пожара. Являясь сильно токсичным газом уже при содержании 0,0004% от объема воздуха, сернистый газ ощущается как неприятный запах; при содержании 0,0007—0,001% возникает раздражение гортани; при 0,0075% — раздражение слизистой оболочки глаз, ка-



Потребление серы с 1914 по 1964 гг. I — сера из пирита, II — сера самородная, III — сера прочих источников

Блок-диаграмма

Сернокислотный геохимический ландшафт, обусловленный добычей и переработкой пирита. Редкая штриховка — зона частичной гибели растительности; густая штриховка — мертвая зона сброса хвостов обогатительной фабрики



шель. Пребывание в течение нескольких минут в атмосфере, содержащей 0,004—0,01% SO_2 , вызывает удушье и смерть.

Другой опасностью, связанной с разработкой колчеданных месторождений, являются взрывы сульфидной пыли. Пиритная пыль даже более чувствительна к воспламенению, чем угольная, нижний предел взрываемости ее 100 г/м³. Минимальная температура прогрева, при которой происходят взрывы, равна 170—350°.

Образование серной кислоты наносит значительный ущерб промышленности за счет выщелачивания сульфидных руд, выноса из них цинка, меди и других полезных компонентов. По данным В. М. Огиевского и Я. З. Бухмана (1958 г.), содержание меди в шахтных водах из участков, не затронутых пожаром, составляло 0,024 г/л, а в той же шахте в водах, вытекающих из зоны колчеданного пожара,— 8,31 г/л.

Вынос меди из действующих рудников настолько значителен, что получение цементной меди во многих случаях является экономически оправданным и необходимым.

Тушение колчеданных пожаров — долгое и дорогостоящее мероприятие. Практика показывает, что пожар легче предупредить (хотя и это требует значительных затрат), чем потушить, поэтому при разработке колчеданных месторождений необходимо применять специальные системы добычи. Главная мера предотвращения пожаров — чистое ведение работ с удалением всей массы отбитой руды, полная закладка выработанного пространства, заливание отработанных участков.

Очаги горения колчеданных руд создают совершенно своеобразную геохимическую обстановку со своим парагенезисом минералов, которых не встретишь в естественных природных условиях. Здесь появляются специфические минералы колчеданных пожаров: кировит, купрокировит, пизенит, халькантит, в больших количествах разнообразные сульфаты, горелые породы.

Влияние пирита на природные процессы не ограничивается лишь местом его добычи. Отвалы пустых пород на десятки километров покрывают окрестности крупных карьеров, превращая плодородные земли в безжизненные пустоши. В отвалах идет интенсивное окисление пирита, который всегда в значительных количествах присутствует во вмещающих породах. Окисление пирита приводит к тому, что десятилетиями на отвалах не растут даже самые неприхотливые растения. Так же, как отвалы сульфидных месторождений, безжизненны терриконы, отвалы и карьеры угольных месторождений. Здесь тоже основным фактором, убивающим растительность, является пирит. Масштабы земельных площадей, гибнущих в результате технической деятельности человека, извлекающего на земную поверхность пирит и пиритсодержащие породы, настолько велики, что в ряде стран этот ущерб начинают рассматривать как бедствие.

Еще более безотраднa картина в районах деятельности обогатительных фабрик. На десятки километров тянутся мертвые ландшафты по долинам рек, в которые сбрасываются хвосты обогащения колчеданных и полиметаллических руд. На почвах, заносимых илами и песками обогатительных фабрик, немедленно гибнет травяная растительность, через несколько лет засыхают кустарники и деревья. Лишенные растительного дренажа долинные ландшафты подвергаются интенсивному заболачиванию. Отсутствие надежной системы очистки газов на медеплавильных заводах приводит к заражению атмосферы сернистым газом, в результате чего гибнет лес на больших пространствах. Например, в окрестностях Карабашского медеплавильного комбината лес гибнет в округе 5—7 км. Такая же картина — около Кировоградского, Красноуральского и других медеплавильных заводов. Замена действенных систем очистительных устройств возведением высоких труб, практикующаяся до последнего времени, приводит к снижению загазованности атмосферы в непосредственной близости к заводу,

но неизбежно влечет за собой разнос сернистых газов на большие территории. На расстояние более 25 км распределяется зона загазованности в районе предприятий цветной металлургии «Трейл» (Канада). Гибель леса приводит к заболачиванию равнинных ландшафтов и усилению эрозии возвышенностей. Таким образом, извлеченный из недр земли пирит при посредстве технической деятельности человека вызывает цепь процессов, нарушающих природное равновесие, приводит к образованию специфических серноокислотных ландшафтов.

Основными мерами предотвращения вредного влияния пирита на природные ландшафты являются полная утилизация всех отходов, обязательная перечистка хвостов для дополнительного извлечения пирита, нейтрализация шахтных вод в специальных отстойниках перед их сбросом, известкование с целью нейтрализации отвалов и терриконов, установление действенных газоочистительных сооружений, применение методов разработки, исключающих возникновение колчеданных пожаров.

Как бы ни были дороги меры, направленные на предотвращение нарушения природного равновесия, их необходимо применять, ибо восстановить это равновесие, подобно тому как погасить уже начавшийся колчеданный пожар, неизмеримо труднее, чем не допустить его возникновения.

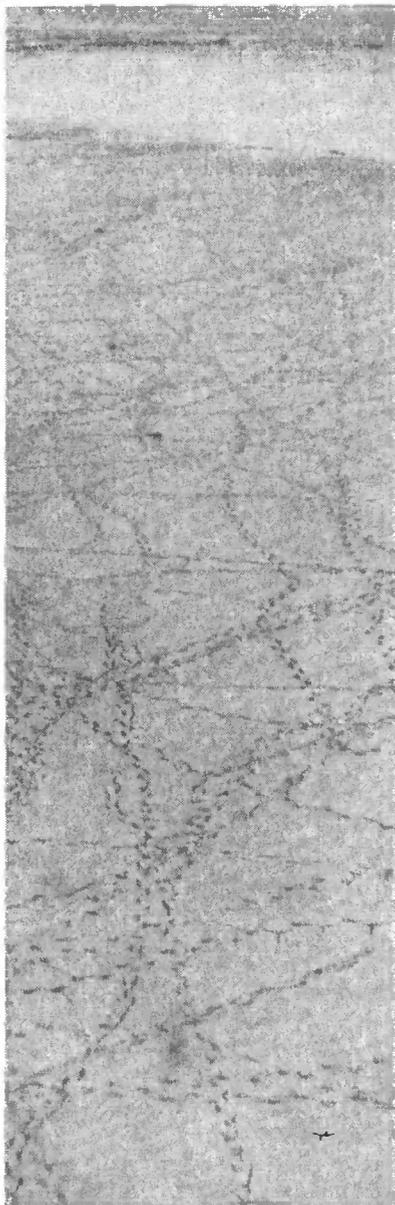
УДК 502.7

Массовая миграция афганской полевки

Афганская полевка (*Microtus afghanus*) — один из немногих видов рода настоящих полевок, населяющий полупустыни. Распространена она в Афганистане, Иране и на юге Советской Средней Азии (юг Туркмении, северо-запад Таджикистана). Образует большие колонии, зверьки питаются надземными частями растений. Когда запасы пищи в непосредственной близости от норы кончаются, полевки прорывают ходы к новым; постепенно оставляя истощенные участки, колонии медленно передвигаются по пустыне. Жилые норы обычно концентрируются на периферии колонии.

Афганской полевке свойственны резкие колебания численности, однако о массовых миграциях у них пока еще ничего не было известно.

В конце апреля — мае 1968 г. в Бадхызском заповеднике мы были свидетелями вспышки массового размножения этой полевки. Некоторое представление о высокой численности зверьков можно было составить по тому количеству, которое попало в ловчие канавки. Так, за 22 дня в три пятицилиндровые канавки было поймано 178 полевок; в отдельные дни ловилось до 35 зверьков, а в среднем по 8 полевок в день. Показатель весьма высокий, особенно если учесть, что канавки — ловушки стационарные и длительно вылавли-



вают зверьков в одном и том же месте.

Высокая численность в период весенней засухи, очевидно, и послужила причиной массовых миграций зверьков. Толчком к ее началу были дожди. В дождливые дни полевки особенно часто попадались в ловчие канавки. Из 59 исследованных самок всех возрастов только одна оказалась беременной и не было ни одной кормящей особи. Все хищное население пустыни перешло почти исключительно на питание полевок. У гнезда стервятника мы обнаружили 22 нетронутых трупика полевок разной степени сохранности. Питались полевок коршуны, сарычи; исключительно из остатков полевок состояли свежие погадки филина, помет лисиц. Остатки полевок были обнаружены и возле дневного убежища сыча.

Особенно наглядно прослеживалась миграция полевок в котловине озера Ер-Ойлан-Дуз. Перед нашим посещением прошли ливневые дожди, уровень воды поднялся, а затем упал.

В котловине озера Ер-Ойлан-Дуз образовалась гигантская природная ловушка для мелких животных

Площадь, освободившаяся от воды, была покрыта вязкой влажной лесовой массой, в разной степени насыщенной влагой в зависимости от микрорельефа ложа и удаленности от сохранившегося зеркала воды. Образовалась гигантская природная ловушка для мелких животных. Вся поверхность была испещрена тысячами следов полевок. Большинство зверьков, поблуждав, выбиралось из опасной зоны, а часть попадала в топкие места и гибла. Пройдя около 200 м по «топи», мы насчитали 58 трупикив афганских полевок.

Профессор А. Г. Баннико в
В. А. Долгов
Москва

«Мышиная катастрофа»

Проезжая участок асфальтированной дороги между селением Ильхычы и Ахсу (Прикуринской низменности), мы стали свидетелями массовой гибели полевок (*Microtus socialis* Pall.). Дорога проходила между зерновыми полями и залежами и в связи с ремонтом была полита вязким мазутом. Полоса протяженностью 4,5 км и шириной 2—2,5 м оказалась сплошь усеянной трупами полевок: мигрируя на посевах, грызуны не могли преодолеть липкую мазутную массу, вязли в ней и погибали.

По нашим подсчетам на нескольких пробных отрезках, в среднем на 100 м было найдено 410 прилипших полевок. Какое же огромное число зверьков должно было попасть в эту мазутную «ловушку» на всем ремонтируемом участке!

«Мышиная катастрофа» привлекла стаи черных коршунов, пустельг, луней, грачей, серых ворон и других птиц, которые энергично растаскивали зверьков, и к 4 часам дня на дороге погибших полевок почти не осталось.

Г. Т. Мустафаев
Баку

Зимний «суховей»

Безотрадная картина — голые сосны, и у их подножий желтая иссохшая осыпавшаяся хвоя. Фантазия дорисовывает пейзаж: растрескавшаяся сухая земля, раскаленный солнечный диск в тусклом от зноя небе...

Сказывается, все это необязательно. Деревья высыхают и зимой. Мы наблюдали иссушение сосны в Северной Осетии после фёнов (фён — сухой и теплый ветер, дующий с горного хребта вниз по склону), прошедших здесь в январе и марте 1968 г. До фёнов температура воздуха, как и температура почвы, была минусовой. Во время ветров, которые продолжались первый 35, второй — 19 час. и имели силу 10—12 баллов, произошло резкое повышение температуры воздуха — до 10—15° тепла, тогда как поверхность почвы оставалась мерзлой (минус 5—7°). В этих условиях резко увеличилось испарение растениями воды, запас которой корнями пополниться не мог.

У деревьев наступил дефицит влаги, и в результате часть хвои и однолетних побегов полностью высохла. На отдельных побегах произошло частичное усыхание хвоинок — на четверть, половину или больше половины их длины.

В культурах сосны (крючковатой, крымской и Банка) сильнее других пострадала сосна Банка. Молодые деревца 2—3-летнего возраста пожелтели на 70%, а у многих экземпляров надземные части высохли полностью. Деревья постарше были менее чувствительными. Дикорастущая сосна оказалась устойчивее сосны в культурах.

Пожелтение хвои произошло почти на всех деревьях и по всей кроне, но было наиболее выраженным с наветренной стороны (до 75—80% всех пожелтевших хвоинок). Процент пожелтевшей хвои был больше у деревьев, расположенных выше по склону.

Вредное влияние фёнов сильнее всего проявилось в узких ущельях — там, где ветер достигал максимальной скорости.

В. А. Олисаев
Кандидат сельскохозяйственных наук
Орджоникидзе

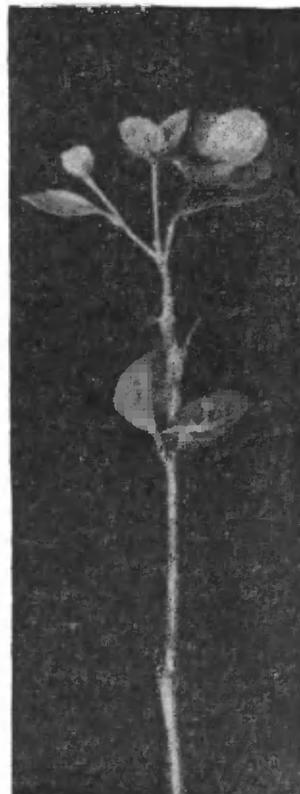
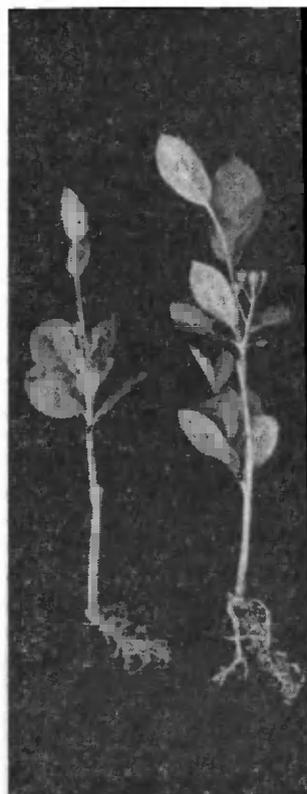
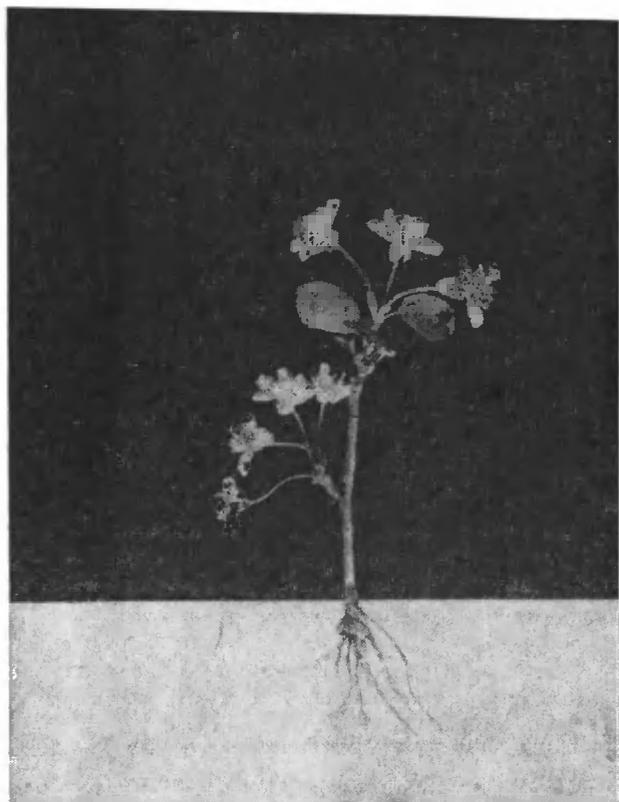
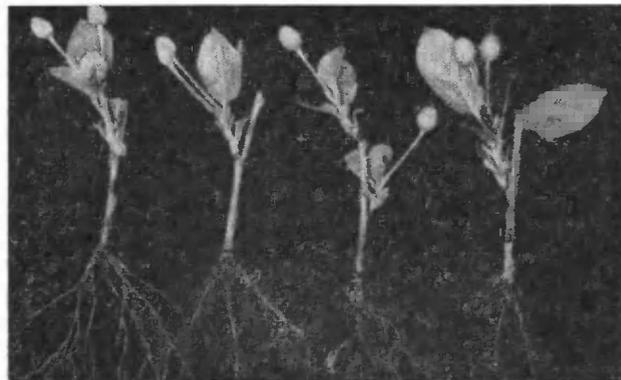
Плодоносящие карлики

Размножение плодовых, декоративных, лесных и других растений зелеными черенками — эффективный метод выращивания посадочного материала на собственных корнях, без применения трудоемких операций по прививке и окулировке. Зелеными черенками можно размножить многие виды и сорта древесных растений, и в настоящее время уже намечались реальные перспективы для замены семенного размножения вегетативным.

При зеленом черенковании черенки нарезают из годичных облиственных побегов обычно длиной 5—12 см с одним, двумя и больше узлами (в зависимости от длины междоузлий у побега), которые затем и укореняют в промытом речном песке или в смеси торфа с песком.

При размножении плодовых растений трехузловыми стеблевыми черенками с листьями (вишни, аронии черноплодной, крыжовника, смородины золотистой и др.) в отдельных случаях можно наблюдать цветение укоренившихся черенков. Цветут они обычно осенью в год посадки (сентябрь — октябрь) или весной следующего года (май, начало июня).

Цветение зеленых черенков объясняется тем, что при ранних сроках черенкования (первая половина июня) годичные побеги на плодоносящих материнских растениях находятся, как правило, в фазе интенсивного



Вверху
Укорененные черенки вишни Шубинка с плодами

Слева
Цветение укорененного черенка вишни сорта Шубинка

В середине
Укорененные черенки арони черноплодной с плодами

Справа
Пролиферация репродуктивных органов у черенка арони черноплодной

роста. В этот период одновременно с линейным ростом побега в пазухах листьев формируются только вегетативные элементы боковых почек стебля. Однако при более позднем сроке черенкования, после окончания роста побегов, на маточных растениях (конец июня — июль) довольно часто наблюдается массовое цветение укоренившихся черенков. При условиях, благоприятных для опыления цветков, на этих однолетних черенках завязываются и развиваются обычные для этого сорта плоды.

Следует отметить, что нам ни разу не приходилось наблюдать цветения укоренившихся черенков вишни и аронии, взятых с молодых порослевых маточных растений. В некоторых случаях при цветении вишни и аронии происходит пролиферация (израстание) генеративных органов у черенков. Цветки на таких черенках частично или полностью зеленеют и морфологически представляют собой группу сближенных между собой листьев с хорошо выраженным опушением и жилкованием. У отдельных цветков происходит полное превращение или постепенные структурные переходы тычинок в лепестки, а лепестков, в свою очередь, в чашелистики.

В производственных условиях при размножении плодовых культур зелеными черенками цветение укоренившихся черенков — явление нежелательное. Процесс цветения задерживает вегетативный рост черенков и формирование саженца в целом. Однако аномальные случаи развития цветочных элементов у зеленых черенков в контролируемых условиях внешней среды могут представить определенный теоретический интерес. Размножение древесных растений черенками с листьями, особенно с применением синтетических регуляторов роста для усиления процесса корнеобразования, служит перспективным методом изучения процессов роста и развития.

В. В. Фаустов

с. Братовщина, Пушкинский район
Московской обл.

«Лакомство»

из глины

В северной части Дальневосточного приморья, в долинах и низовьях рек Мареканки, Урака, Олюторы, Анадыря, встречаются своеобразные залежи белой глины, которую местные жители — эвенки (тунгусы) и эвены (ламуты) называют «земляной сметаной» и употребляют в пищу (в смеси с оленьим молоком или в качестве самостоятельного блюда).

Особенно много съедобной белой глины встречается на Уракомском хребте — вдоль реки Урак. Она залегает здесь под черноземом в виде пластов толщиной до полуметра.

В естественном состоянии «земляная сметана» бела как снег и похожа на рыхлейший студень, в котором вязнет нога. Судя по химическим анализам, она состоит из глинозема, связанного с кремнеземом.

Микроскопия «съедобной земли», в частности из долины р. Мареканки, выявляет частицы тонкораздробленной пемзы с остатками различных диатомовых водорослей и железобактерий (*Fragilaria amphicephala*, *Tabellaria vulgaris*, *Gallionella distans*). «Земляная сметана» образуется, по-видимому, в результате перетотложения продуктов выветривания вулканических горных пород, главным образом стекловатых белых лав, обогащенных глиноземом. В процессе физико-химической перестройки выветрелой массы местами возникают коллоидные системы. Постепенно, по мере старения коллоидов, частицы их слипаются и увеличиваются в размерах. В итоге коллоиды теряют свои прежние свойства и превращаются в студне- и сметанообразные гидрогели.

Употребление в пищу глины — историческая традиция ряда народностей не только приполярных, но и жарких стран (у нас в Средней Азии известна, например, съедобная глина

Хорезма). В некоторых районах Африки, Австралии и океанических островов аборигены подают к столу определенные виды белых, голубых и зеленоватых глины лишь в торжественных случаях для особо уважаемых и почетных гостей. Этим «блюдам» приписываются бодрящие и лечебные свойства.

А. Жуков
Инженер-геолог
Кемеровская область

«Муравьиная страна»

Экспедиция, участником которой я был, работала несколько дней в районе среднего течения р. Жумалы — притока р. Жасатор (Юго-Восточный Алтай). Меня интересовали птицы этой части Алтая, и поэтому светлое время суток я проводил на маршрутах. Однажды, в том месте, где горный ручей, текущий вдоль тропы с перевала, впадает в Жумалу, я столкнулся с интересным явлением. Несколько выше тропы, на пологом восточном склоне, виделось множество муравьиных куч. Площадь муравьиной колонии представляла полосу длиной около 200—250 м и шириной 100—150 м, тянущуюся вдоль лиственничного леса на высоте 2300—2400 м над уровнем моря. Муравьиные кучи располагались очень близко друг от друга — на расстоянии 1,5—2 м, а то и ближе. Диаметр основания конусов не превышал 50—60 см, а высота их достигала 25—35 см. Между кучами кое-где росли кусты карликовой березки и кустарниковой лапчатки. Приблизительный подсчет числа конусов дал огромную цифру — свыше 9 тысяч! Обитателями этой громадной колонии были лесные рыжие муравьи.

Мне кажется, что такая «муравьиная страна» могла бы стать замечательной естественной лабораторией для изучения социальной жизни муравьев.

Э. А. Ирисов
Бийск, Алтайский край

Вулканологический симпозиум на Канарских островах

Новое в медицинской энтомологии

Киты — медицине

Лес «гасит» радиоволны

Тайны лунной поверхности

Температура солнечных пятен

Радиолокационная карта Венеры

Приливы на Луне

VIII период системы элементов Д. И. Менделеева

Электроннолучевые ножи

Последний рекорд давлений

Интересный эксперимент

Электромагнитное поле вокруг живых объектов

Эксперименты на Серпуховском ускорителе

Создано в Дубне

Новые магнитные материалы

Космическая радиохимия на крыше

Лучевое поражение зубных тканей

Дети, которые не будут калеками

Анемия и...верблюды

Гонконгский грипп

Аналог женьшеня

Снова интерес к урану

Глубоководное «такси»

Подводная станция «Садко-2»

Вулканологический симпозиум на Канарских островах

Ежегодно Международная ассоциация вулканологии и геохимии проводит симпозиумы по вулканологии. В сентябре 1968 г. очередной симпозиум проходил на о-ве Тенерифе (Канарские острова). В нем приняли участие свыше 20-ти стран и среди них: Австралия, Англия, Бельгия, Венгрия, Исландия, Испания, Италия, Мексика, Португалия, Румыния, Советский Союз, США, Финляндия, Франция, Япония и др.

Тематику докладов (их было свыше 50) можно подразделить на четыре основные группы. Одна из них охватывала общие проблемы геологии — соотношение вулканизма с глубинным строением Земли, закономерности развития вулканических процессов и др. Другая — представленная преимущественно испанскими вулканологами — была посвящена различным особенностям вулканизма Канарских островов.

В третьей группе докладов рассматривалась активная вулканическая деятельность других районов ее развития (Исландия, Центральная Африка, Каморские о-ва и др.). И, наконец, доклады, посвященные древнему вулканизму (Центральное плато Франции, Австралия, побережья Тихого океана, Румыния и т.-д.).

На заключительном заседании был

продемонстрирован великолепный цветной фильм о вулканах Исландии и возникновении новых островов. Участники симпозиума осмотрели вулканические образования о-вов Тенериф, Гран-Канария, Лансароте и Фуертевентура. Следующий вулканологический симпозиум решено созвать в сентябре 1969 г. в Англии.

М. А. Фаворская
Доктор геолого-минералогических наук
Москва

Новое в медицинской энтомологии

Хотя эпидемиологическая роль большинства переносчиков трансмиссивных болезней в общих чертах уже изучена, новые исследования приносят новые факты. Сравнительно недавно выяснилось, например, что иксодовый клещ — переносчик таежного энцефалита — представлен на Алтае не одним видом, как считали до сих пор, а двумя самостоятельными видами, с различной способностью к передаче вируса (И. А. Филиппова и Г. В. Ушакова, СССР). Аналогичная метаморфоза произошла с комарами *Anopheles gambiae* в тропической Африке: исходный вид распался на несколько новых (А. Гржебин, Конго; Ж. Коз, Верхняя Вольта; Т. С. Дитинова и соавторы, СССР). Эти факты ставят перед энтомологами задачу изучения новых видов, выявления среди них эпидемиологически наиболее опасных.

Значительную группу трансмиссивных болезней составляют инфекции с природной очаговостью, т. е. при-

уроченные к определенным ландшафтам и поддерживающиеся в очагах благодаря классическому «трио». В него входят: возбудитель инфекции (бактерия, риккетсия, вирус или простейшее), переносчик (насекомое или клещ) и прокормитель переносчика (он же «хозяин», он же резервуар инфекции — теплокровное животное). Переносчик кормится на «хозяине», а возбудитель паразитирует на обоих, переключиваясь с одной «квартиры» на другую.

В последние годы замечено, что вирулентность возбудителя в одном и том же очаге инфекции — величина весьма непостоянная, зависящая от многих причин. Одной из таких причин является, по-видимому, нарушение привычного пути круговорота возбудителя в природе: от переносчика к прокормителю, и наоборот. Оказалось, в частности, что если возбудитель длительно паразитирует только на клещах, минуя их прокормителя, то он постепенно «хиреет». Дело в том, что зараженные клещи передают патогенные микроорганизмы не только теплокровным животным — при кровососании, но и своему потомству — при кладке яиц. Такой путь передачи возбудителя называется трансвариальным (trans — через, ovum — яйцо, лат.). Эксперименты показали (Ю. С. Балашов, Зоологический институт АН СССР, Ленинград), что после многократных трансвариальных пассажей вирулентность спирохет клещевого возвратного тифа для теплокровных животных заметно ослабляется. Аналогичная закономерность установлена и на вирусе таежного энцефалита (А. В. Дубов, Тюменский институт краевой патологии). Можно думать, что подобные явления наблюдаются и в природных очагах инфекции.

Одно из новых направлений в современной медицинской энтомологии — изучение взаимодействия нескольких видов возбудителей в организме одного переносчика. Результаты экспериментов (П. А. Петридзе с сотрудниками, Институт эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи, Москва) по одновременному заражению клещей риккетсиями, спирохетами и вирусами (двойные и тройные

инфекции) пока противоречивы. Тем не менее это направление исследований весьма перспективно, поскольку ряд наблюдений убеждает в том, что одна инфекция — при общем переносчике — может подавлять другую. Так, например, переход клещей орнитодорин (переносчиков возвратного тифа) к питанию на скоте, зараженном лихорадкой Ку, привел в условиях Туркмении к значительному снижению зараженности этих клещей спирохетами возвратного тифа.

Развитие новых направлений в науке требует разработки новых методов исследования. Из методических работ последних лет высокую оценку специалистов заслужили две: работа И. Ржегачека и соавторов (Словацкий институт вирусологии, Братислава) и работа А. Н. Алексеева (Дезинфекционный институт, Москва). Словацким вирусологам впервые в мире удалось вырастить патогенные для человека риккетсии в культуре тканей их переносчиков — клещей. Советский исследователь разработал оригинальный способ дозированного заражения переносчика, позволяющий точно «отмеривать» количество вводимых в организм микробных тел.

В борьбе с переносчиками инфекций человека, как и с вредителями леса и сельского хозяйства, широкое распространение в последние десятилетия получили химические препараты (инсектициды). Их применение привело к появлению инсектицидоустойчивых рас насекомых и клещей. В связи с этим возник ряд проблем: целесообразно ли дальнейшее применение инсектицидов; какими должны быть будущие средства борьбы; как возникает инсектицидоустойчивость; можно ли ее преодолеть или обойти?

Исследования А. Брауна (Канада) и Ж. Муше (Франция) показали, что существуют определенные различия в метаболизме инсектицидов в организме устойчивых и неустойчивых к ним рас комаров и москитов и что инсектицидоустойчивость обусловлена генетически. По-видимому, этот признак — следствие положительной (для переносчиков) мутации, позво-

лившей им выжить и дать потомство, тогда как исходная, чувствительная к инсектицидам линия под их натиском вымерла. Установленные факты имеют не только теоретическое, но и практическое значение: генетико-биохимические особенности инсектицидоустойчивых рас подскажут, какими должны быть будущие инсектициды.

Г. Б. Гохлернер
Москва

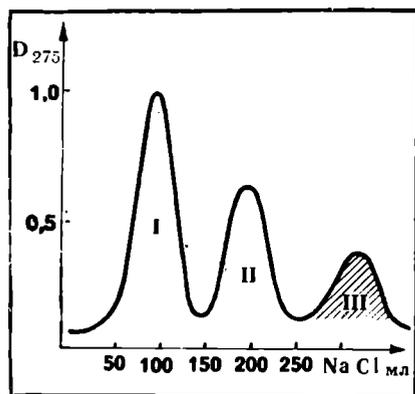
Киты — медицине

Выпускаемый в настоящее время отечественной промышленностью и рядом зарубежных фирм гепарин (гормональный препарат, антикоагулянт прямого действия) получают в основном из легких крупного рогатого скота или свиней.

Многочисленными исследованиями установлено, что различные гормональные лекарственные вещества можно «извлекать» из органов кита. Так, полученный из китовой поджелудочной железы инсулин, согласно опубликованным данным ряда авторов, обладал своеобразным действием и вызывал значительно более выраженное снижение содержания сахара в крови экспериментальных животных, чем препараты инсулина, приготовленные из поджелудочных желез крупного рогатого скота.

Недавно японский исследователь Какума Нагасава¹ из слизистой оболочки желудка китов выделил гепарин и провел его сравнительные исследования с гепарином, полученным из легких и слизистых оболочек желудка быка. Эти три вида гепарина существенно различаются по физико-химическим свойствам и биологической активности. Оказалось также, что китовый гепарин, как и гепарин быка, не является гомогенным соединением и состоит по крайней мере из трех отдельных фракций, различающихся между собой по молекулярному весу, содержанию азота, серы, гексааминов, уроновых кислот, а также по величине оптической

¹ «J. Assoc. Offic. Analyt. Chemists», т. 51, 1968, № 2, стр. 330—333.



Схематическое изображение разделения китового гепарина с помощью ионообменной хроматографии на колонках «Дауэкс». Если на колонку с ионообменной смолой «Дауэкс» нанести раствор китового гепарина и пропускать через колонку раствор хлористого натрия с постепенно увеличивающейся концентрацией соли, то в отдельно собираемых пробах вытекающей из колонки жидкости с помощью специального прибора — спектрофотометра можно обнаружить три белковые фракции. Фракция III (заштрихованная на рисунке) содержит большую часть биологической активности гепарина. На оси абсцисс — количество миллилитров раствора, пропущенного через колонку; на оси ординат — оптическая плотность раствора (D) для света с длиной волны 275 мкм

плотности. Максимальный антикоагулирующий эффект китового гепарина был присущ третьей, наиболее низкомолекулярной фракции, в то время как биологическая активность гепарина быка сосредоточивалась во второй фракции. Различаются эти виды гепарина и по количеству протамина, необходимого для нейтрализации биологического действия препарата. Активность китового гепарина гораздо выше бычьего.

Полученные данные позволяют надеяться, что в недалеком будущем клиницисты получат в свое распоряжение высокоактивный и эффективный препарат для лечения различных заболеваний.

Л. И. Стекольников
Кандидат биологических наук
Москва

Лес «гасит» радиоволны

Ранее считалось, что наличие леса на трассе влияет на распространение только коротких и ультракоротких радиоволн вдоль земной поверхности. Сотрудник Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР Ф. А. Кузубов¹ впервые рассчитал теоретически и проверил экспериментально, что леса могут существенно уменьшать напряженность поля и в диапазоне средних волн.

Автор рассматривает теоретическую модель, считая каждое отдельное дерево элементарным пассивным переизлучателем (это можно делать, так как размеры деревьев в средневолновом диапазоне много меньше длины волны). Взаимным влиянием соседних деревьев в первом приближении можно пренебречь. Полное поле радиоволны в месте приема складывается из первичного поля, которое было бы в отсутствии леса, и суммарного поля, рассеянного этими элементарными переизлучателями. При этом, если даже считать Землю плоскостью с бесконечной проводимостью, при распространении над которой радиоволны не затухают, наличие леса на трассе эквивалентно уменьшению проводимости до некоторой конечной величины, что соответствует распространению радиоволн над поглощающей поверхностью. Если учесть конечную проводимость почв на трассе, то наличие леса приводит к дополнительному кажущемуся ухудшению проводимости и уменьшению напряженности поля.

Проведенная автором оценка показывает, что в летнее время для волны длиной 547 м, при плотности леса одно дерево на 100 м², средней высоте деревьев 10 м и толщине ствола 0,4 м проводимость трассы значительно ниже, чем над теми ее

участками, где лес отсутствует. Зимой удельное сопротивление лиственных деревьев возрастает примерно в 10, а хвойных — в 100 раз и проводимость трассы увеличивается в несколько раз, вызывая соответствующее увеличение напряженности поля. По оценкам автора, напряженность поля на трассе длиной 70 км для волны 547 м возрастает от лета к зиме в полтора-два раза. Чем меньшая часть трассы занята лесом, тем меньшее влияние он оказывает на общую эффективную проводимость трассы. В летнее время на волне 547 м был проведен эксперимент, во время которого пункты приема находились в различных направлениях от передатчика на одинаковом расстоянии от него. Результаты измерений показали, что эффективная проводимость трассы очень сильно зависит от того, какой процент ее занят лесом. Теоретически полученная зависимость хорошо совпадает с данными эксперимента.

Ю. Р. Пушкин
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР
(Москва)

Тайны лунной поверхности

Соответствует ли распространенность химических элементов на лунной поверхности их земной распространенности? С этой целью советские ученые при помощи орбитальной станции провели ряд экспериментов по исследованию γ -активности и рентгеновского излучения Луны. В свою очередь, американский корабль «Сервейер-5» на основе (α , α)- и (α , p)-реакций выполнил элементарный анализ небольшого участка лунной поверхности в месте посадки. В результате проделанных работ выяснилось, что грунт содержит более всего кислорода, затем, аналогично распространенности в литосфере Земли, следуют кремний и алюминий. Тем не менее определенный вывод

¹ Работа проводилась под руководством кандидата технических наук В. Е. Кашировского. См. «Геоматематизм и астрономия», т. 8, 1968, № 3, стр. 598—599.

об адекватности химического состава Земли и Луны сделать еще нельзя, поскольку неизвестно количественное соотношение других химических элементов в поверхностном слое лунного вещества.

На очереди и другая задача: определить, соответствует ли химический состав лунной поверхности тому или иному типу земных пород или метеоритному веществу. Такого рода исследования, проведенные на различных участках видимой и невидимой частей лунной поверхности — в районах «морей» и материков, кратеров различных размеров, «лучей» и т. д. — дадут ценный материал для дальнейшего плодотворного обсуждения гипотез происхождения и эволюции Луны.

По мнению группы ученых Ленинградского физико-технического института им. А. Ф. Иоффе во главе с акад. Б. П. Константиновым, кислород и кремний — самые распространенные на Земле и в каменных метеоритах элементы — менее всего пригодны в качестве «индикаторов» разных категорий пород. Это связано с тем, что каждый из них содержится в различных породах почти в одинаковом количестве. Наиболее удобными для «индикации» пород и разделения их на ультраосновные, осадочные, кислые и т. д. окажутся, по видимому, магний, калий, кальций, сера и железо.

Метод (α , α)- и (α , p)-реакций, использованный на «Сервейере-5», не позволяет определить концентрации каждого из этих элементов в сложных смесях неизвестного состава. В этом отношении большими возможностями обладает разработанный в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе рентгеновский изотопный флуоресцентный метод анализа неподготовленных поверхностей на основные породообразующие химические элементы. В созданной аппаратуре для возбуждения характеристического рентгеновского излучения химических элементов, присутствующих в грунте, применены радиоактивные источники.

«Доклады Академии наук СССР», т. 181, 1968, № 4, стр. 827—829

Температура солнечных пятен

И на Солнце есть пятна, которые выглядят черными на ослепительном диске из-за своей более низкой температуры. Но какова эта температура, определить было очень трудно. Дело в том, что из окрестностей пятен происходят мощные выбросы раскаленного газа, и мы с Земли измеряем температуру не самих пятен, а полупрозрачной и более нагретой газовой завесы над поверхностью светила.

Японский ученый М. Макита, изучая спектры солнечных пятен, обратил внимание на странные спектральные линии, не испускаемые другими районами Солнца. М. Макита насчитал около сорока таких линий. Как выяснилось, они принадлежали окиси титана TiO.

При высоких температурах окись титана распадается, значит, это соединение существует не в горячих выбросах над пятнами, а в самих пятнах. Зная молекулярные характеристики и константы TiO и относительную интенсивность спектральных линий, нетрудно было определить температуру нижележащих и охлажденных эпицентров солнечных бурь. Оказалось, температура пятен непосредственно под фотосферой составляет всего около 2750° К. Это значительно ниже, чем предполагалось раньше.

«Solar Physics», т. 3, 1968, стр. 557 (США)

Радиолокационная карта Венеры

Астрономы Корнельского университета с помощью радиолокационного телескопа, установленного в Аресибо (Пуэрто-Рико), составили радиолокационную карту Венеры, на которой отмечено точное местоположение участков с неровной поверхностью, представляющих собой, по-ви-

димому, горы. Поверхность Венеры в общем более гладкая, чем лунная, но отдельные возвышенные участки ее примерно вдвое превосходят горы на Луне. Венера лучше Луны отражает радиоволны, поэтому можно предположить, что ее поверхность состоит из более плотных материалов. Измерения, на основании которых была составлена радиолокационная карта, проведены в 1964 и 1967 гг., когда Венера находилась ближе всего к Земле. Построение карты осуществлялось посредством измерения времени задержки сигнала, отраженного от планеты, и доплеровского сдвига частоты. Расчеты выполнялись с помощью вычислительной машины.

«Space World», т. VI, 1968, № 6, стр. 28 (США)

Приливы на Луне

Барбара Миддлхёрст из лаборатории Луны и планет в Тусконе (штат Аризона, США) тщательно сопоставила результаты 599 наблюдений за различными проявлениями лунной активности. Оказывается, свечения люминесцирующих газов из недр Луны, видимые изменения в ее долинах, на склонах и внутри кратеров происходят столь часто, что дают возможность статистически выявить особенно активные области. Они находятся преимущественно вблизи тех кратеров, у которых растрескано дно. Характерно, что активные зоны окаймляют лунные «морья».

Если перейти теперь от «пространственного» распределения «горячих» точек Луны к «временному», то обнаружится интересная закономерность. Б. Миддлхёрст подметила, что моменты наибольшей активности совпадают с ритмом либраций Луны. Эти покачивания нашего спутника и служат причиной возникновения приливных напряжений в теле Луны под воздействием притяжения Земли. Согласно расчетам и наблюдениям, максимум активности, например кратеров Гассенди и Аристарх, падает на

максимум и минимум местных приливов. Окраины лунных «морей» как бы дышат, когда их достигает волна прилива.

«Observatory», т. 88, 1968, № 966, стр. 176 (Англия)

VIII период системы элементов Д. И. Менделеева

Сейчас науке известно 104 химических элемента, и последний из них, курчатовий, находится в середине VII периода периодической системы Д. И. Менделеева. Еще несколько лет назад преждевременной казалась постановка вопроса о химических свойствах элементов конца седьмого и, тем более, восьмого периода. Из-за нарастания (с увеличением порядкового номера элемента) скорости α -распада и спонтанного деления трудно было надеяться на получение сколько-нибудь устойчивых изотопов с большими значениями Z , т. е. заряда ядра или порядкового номера элемента. Так, самый устойчивый из изотопов фермия — Fe^{257} живет примерно в 350 млн раз меньше, чем наиболее долгопериодный изотоп плутония — Pu^{244} .

Экстраполяция подобных закономерностей приводила к выводу, что уже для элемента с $Z=110$ наибольший период полураспада (изотоп 110^{271}) составит всего около 10^{-3} сек., и тогда об изучении химических свойств этого элемента говорить не приходится. Однако по мере изучения свойств тяжелых элементов прогнозы стали более оптимистическими и, в частности, высказывалось мнение, что для наиболее устойчивых изотопов — во всяком случае до $Z=105$ (а возможно, и несколько дальше) — периоды полураспада могут исчисляться сутками. При этом максимальной устойчивостью должны обладать изотопы с избытком, а не с недостатком нейтронов. Так появилась надежда получить еще несколь-

ко элементов VII периода, почти до конца десятого ряда менделеевской системы.

Еще более широкие перспективы связаны с заполнением протонных и нейтронных оболочек вблизи «магических» чисел $Z = 126$ (а также вблизи $Z = 114$) и $N = 184$. Расчеты показали, что такое заполнение оболочек должно приводить к чрезвычайно резкому повышению устойчивости ядер относительно спонтанного деления.

Каких же особенностей можно ожидать в строении VIII периода системы элементов Д. И. Менделеева, начинающегося с элемента № 119? Обычно считают, что этот период аналогичен двум предыдущим, т. е. будет содержать 32 элемента, в том числе 14 экаактинидов — от 122 до 135 номера, а элемент 126-й должен был бы оказаться химическим аналогом плутония.

По мнению чл.-корр. АН СССР В. И. Гольданского, VIII период системы Д. И. Менделеева должен содержать не 32, а 50 элементов (это не значит, конечно, что все 50 элементов VIII периода удастся получить). Аналогами актиния и актинидов окажутся элементы от 139 до 153, а все элементы в окрестностях «магического» значения $Z=126$ будут представителями впервые появляющейся именно в VIII периоде группы «октадеканидов» — 18 элементов, в которых происходит заполнение электронной 5 g оболочки ($Z=121—138$). Для всех октадеканидов наиболее устойчивой валентностью должна оказаться трехвалентность, наиболее близким аналогом — актиний (подобно тому, как для лантана и лантаноидов — иттрий). Следует ожидать, что по своим химическим свойствам октадеканиды будут отличаться друг от друга еще меньше, чем редкоземельные элементы.

«Доклады Академии наук СССР», т. 180, 1968, № 6, с. 1360—1362

Электроннолучевые ножи

Американские фирмы исследуют новые применения электронного луча для резки различных материалов, для монтажных и строительных работ на земле, под водой и в космосе.

Б. Шумахер из Питтсбургской научно-исследовательской лаборатории фирмы «Вестингауз» создал установку весом 120 кг, генерирующую электронный луч мощностью 9 квт с энергией электронов 150 кэв. Узкий пучок электронов длиной около 10 см, который выглядит как раскаленная добела игла, способен разрезать металлические стержни даже в железобетоне и самые твердые скальные породы. В отличие от газовых горелок или лазерных лучей, электронная пушка почти мгновенно воздействует на максимальную глубину обрабатываемого участка. Электроны, как пули, способны быстрее разрушить структуру вещества, чем в случае постепенного испарения или поверхностного механического воздействия.

По плотности энергии «электронная игла» может превосходить не только обычные плазменные горелки, но и непрерывные лазерные пучки. Уже сейчас технически достижимы, по расчетам Б. Шумахера, мощности электронного луча в 100 квт. Кроме того, электроннолучевые камерезки более удобны и подвижны по сравнению с механическими устройствами, потому что не вызывают никакой отдачи и не нуждаются в дополнительных приспособлениях. Они к тому же работают без вибрации и разрушения прилегающих участков. В недалеком будущем подобные электроннолучевые ножи смогут найти широкое применение при прокладке туннелей и шахт и при ряде подводных и наземных работ, где требуется быстрая резка материалов.

Недавно специалисты другой фирмы разработали ручное многоцелевое устройство для обработки металлов

в условиях космического пространства. В этом устройстве используется холодный катод, испускающий пучками высокоэнергичных электронов. При лабораторных испытаниях с помощью холодного катода удалось успешно сваривать при пониженном давлении нержавеющую сталь, меди и титан в атмосферах воздуха, аргона, гелия и азота. Сконструированы два типа взаимозаменяемых холодных катодов, дающих различные очертания электронного ножа. Из одного катода выходит искривленный луч для работы на трубах, из другого — плоский для обработки гладких поверхностей.

«Product Engineering», т. 39, 1968, № 12, стр. 29 (США)

Последний рекорд давлений

Высокие давления позволяют исследовать многие свойства твердых тел¹, непосредственно оказывая сильное воздействие на составляющие их атомы и связи с ними. Особо важны результаты, полученные при высоких давлениях в лаборатории, для разработки представлений о внутренних слоях Земли, где давление на границе мантии с ядром достигает 1,5 мбар (мбар приблизительно равен млн атм). В центре Земли давление доходит уже до 3,6—4 мбар. К сожалению, стационарное давление такой величины создать не удается. Наивысшее значение давления в стационарных установках при самых сложных конструкциях не превосходит 0,5 мбара.

Дальнейшее увеличение давления оказалось возможным при использовании ударной волны, вызываемой столкновением разогнанного до большой скорости ударника с образцом. При скорости ударника ~14 км/сек удавалось получать во фронте волны кратковременное давление до 10 мбар. Еще больше повысить скорость

ударника и, следовательно, давления во фронте ударной волны, очень трудно.

Л. В. Альтшулер, Б. Н. Моисеев и др. использовали более простой способ. Он заключается в сравнительном измерении скоростей особо сильных ударных волн в исследуемом веществе и в эталоне, сжимаемость которого хорошо известна и согласуется с теоретическими расчетами. Была измерена скорость сильной ударной волны подземного взрыва в процессе ее последовательного прохождения через слой мягкой стали толщиной в 120 мм и слой свинца (эталон) толщиной 60 мм. В каждом слое время прохождения ударной волны фиксировалось несколькими парами электрических контактов, посылавших сигналы на катодный осциллограф.

Полученные значения волновых скоростей отвечают ударному давлению в свинце 34,4 мбар. Этот рекорд полученных в лаборатории высоких давлений значительно превосходит давление в центре Земли, и в природе подобные давления можно встретить только в недрах Солнца и звезд или при столкновениях более мелких небесных тел.

Соответственное давление в железе оказалось равным 31,2 мбар. При этом плотность железа увеличилась в 2,51 раза, т. е. до 19,7 г/см³. Запасенная железом при таком сжатии удельная энергия равна 120 кдж на 1 г, что примерно в 30 раз превышает энергию взрыва 1 г тротила. Она на 90% определяется тепловым движением ионов и электронов металла. Тепловое давление составляет при этом 19 мбар, из которых 14 мбар приходится на долю электронов.

Эти грандиозные значения различных физических величин, никогда ранее не достигавшиеся в лаборатории, не только поражают воображение, но и дают возможность таких исследований, которые раньше были недоступны.

«Журнал экспериментальной и теоретической физики», т. 54, 1968, вып. 3, стр. 785—789

Интересный эксперимент



В Институте физиологии им. А. А. Богомольца АН УССР проведен эксперимент по оживлению собаки, пробовавшей в соленой воде около 30 мин. После клинической смерти, продолжавшейся 21 мин., собака Белка была оживлена. Условно-рефлекторная деятельность подопытного животного полностью восстановилась. На снимке — младший научный сотрудник Ю. Ф. Геря с оживленной Белкой.

Фото ТАСС

¹ «Природа», 1967, № 2, стр. 83.

Электромагнитное поле вокруг живых объектов

Теоретические предположения о существовании электромагнитного поля в воздухе вокруг живых объектов — нерва, мышцы, сердца, мозга — высказывались неоднократно уже более 100 лет назад. Тем не менее достоверно измерить его долго не удавалось, так как не было соответствующей аппаратуры. В 1949 г. появилась первая работа, автор которой описывал измерение в воздухе электромагнитного поля, возникающего от тока действия седалищного нерва лягушки. Расстояние объектива от прибора-зонда составляло 1,2 см. В последующие годы ученые продолжали подобные исследования.

В Институте физиологии им. А. А. Ухтомского при Ленинградском государственном университете изучались электромагнитные поля вокруг нерва, мышцы и сердца лягушки, мускулатуры и сердца человека. Такое поле возникало при раздражении объекта электронным стимулятором, одновременно возникал ток действия и в объекте. Измерения производились с помощью специальной аппаратуры. Его основная часть — электронный усилитель, созданный В. И. Заботным. Подобные эксперименты позволяют глубже понять обменные процессы, функциональные и патологические изменения в различных живых организмах.

«Доклады Академии наук СССР», т. 180, 1968, № 6, стр. 1504

Кривая, характеризующая электрическое поле: А — около сокращающегося сердца человека. Расстояние зонда от поверхности грудной клетки 2,5 см; В — около правой ноги человека. Расстояние от ноги до зонда 30 мм. В — электрические токи мускулатуры правой ноги. Справа — вертикальная и горизонтальная развертка осциллографа, на котором регистрировались кривые

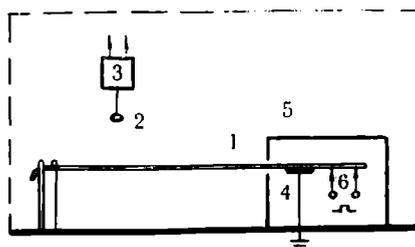
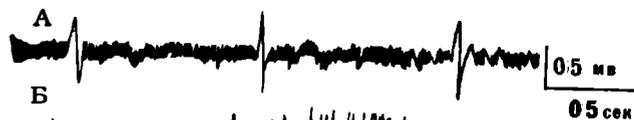
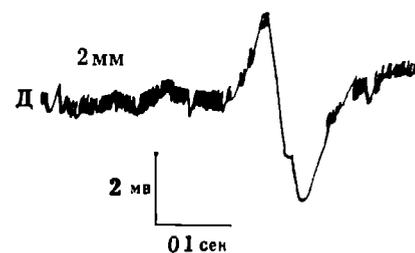
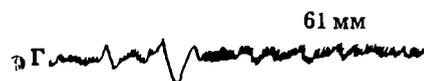
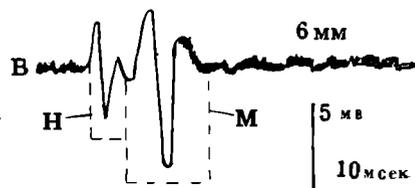
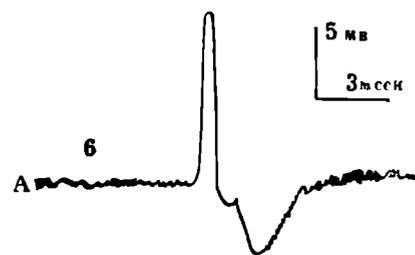
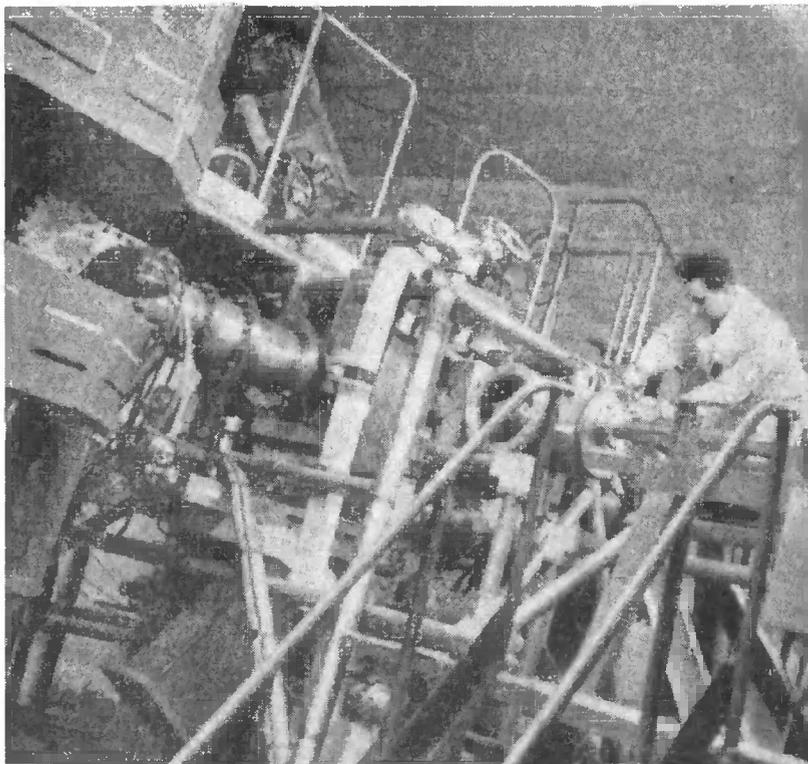


Схема измерений: 1 — препарат (объект), 2 — зонд (металлический диск диаметром 1 см), 3 — зондирующий блок, 4 — серебряная заземленная пластина, 5 — заземленная металлическая коробка, 6 — раздражающие электроды, 7 — рабочая камера из железа, 8 — плексигласовая подставка



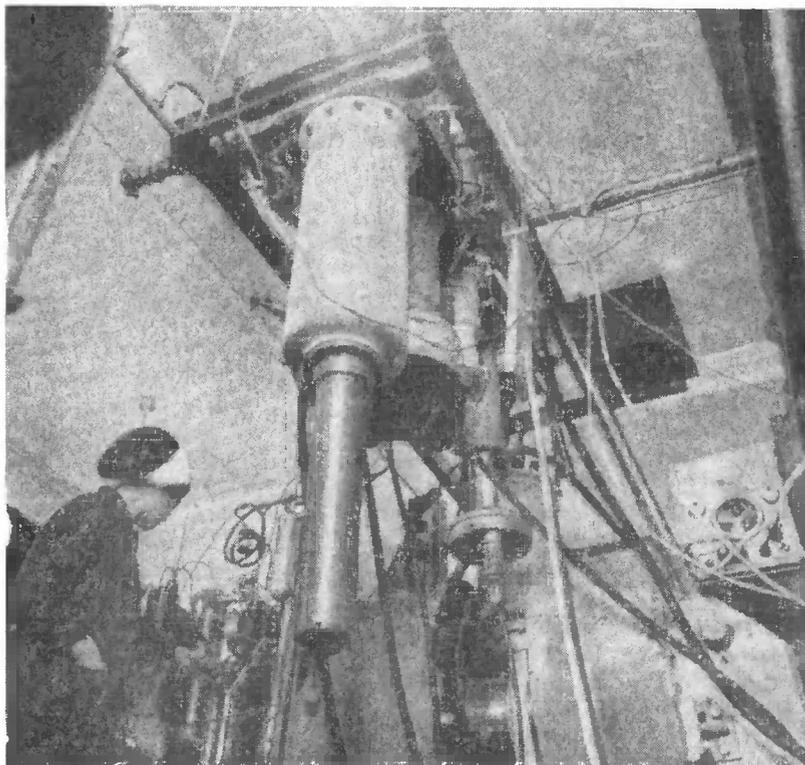


Эксперименты на Серпуховском ускорителе

Группа ученых из Дубны изучает на Серпуховском ускорителе процесс неупругого рассеяния быстрых протонов на протонах. В качестве мишени в этих опытах используется струя водорода, впрыскиваемая в вакуумную камеру ускорителя в момент, когда ускоряемые протоны достигли энергии 70 Гэв. Обработку экспериментальных данных во время опыта автоматически выполняет электронно-вычислительная машина.

На снимке: установка, с помощью которой тонкая струя водорода вводится в кольцевую камеру ускорителя и служит мишенью для ускоренных протонов

Фото ТАСС



Создано в Дубне

Установка для получения сверхнизких температур (порядка $0,025^\circ \text{K}$), созданная в Объединенном институте ядерных исследований группой сотрудников под руководством кандидата физико-математических наук Б. С. Неганова (об этой установке см. «Природа», 1967, № 10, стр. 72).

Фото ТАСС

Новые магнитные материалы

Ученые лаборатории Белл Телефон (США) сообщили об открытии новых «долговременных» магнитных материалов, которые содержат редкоземельные элементы. Основу этих материалов составляют гексагональные кристаллы, включающие по пяти атомов кобальта и по одному атому редкоземельного элемента. При замене нескольких кобальтовых атомов атомами меди в некоторых образцах наблюдались еще более «долговременные» магнитные свойства. В подобных кристаллах, содержащих кобальт, медь и самарий, удалось получить напряженности магнитного поля, приближающиеся к 30 000 эрстед.

«Science News», т. 94, № 3, стр. 59 (США)

Космическая радиохимия на крыше

Поставьте на крышу полиэтиленовые сосуды с растворами чистых серной или соляной кислот: через месяц в них можно будет обнаружить радиоактивный фосфор. Сделайте то же самое с раствором иодистого калия, и уже через двое суток в нем появится радиоактивный теллур.

Ничем не оборудованная крыша, полиэтиленовые сосуды и обычные аналитические реактивы — все, что требуется для проведения различных радиохимических реакций. Разумеется, последующее выделение образовавшихся радиоизотопов и измерение их активности нужно вести с применением специальных методов и приборов, используемых при подобных работах.

Появление радиоактивности в чистых веществах — результат воздействия на них ослабленных космических лучей, проникших на земную поверхность.

Л. Хусейн и П. К. Курода из университета штата Арканзас, используя со-

временную технику измерения малых уровней излучения, подсчитали активность P^{32} , образующегося в серной и соляной кислотах в результате вызываемых космическими лучами радиохимических реакций: $^{32}S(p, n) ^{32}P$ и $^{35}Cl(p, \alpha) ^{32}P$, а также Te^{127} , возникшего в растворе иодистого калия при реакции $^{127}I(p, p) ^{127}Te$.

Авторы проводили свой эксперимент на крыше четырехэтажного здания химического факультета; сосуды емкостью 2,5 л размещались на расстоянии в 1 м один от другого. По мнению Хусейна и Курода, появление радиоактивности обусловлено действием нейтронов и мюонов.

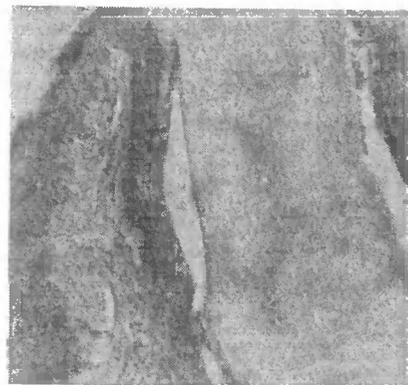
«Journal of Inorganic Nuclear Chemistry», т. 30, 1968, стр. 1121—1124 (Англия)

Лучевое поражение зубных тканей

Болгарские ученые Б. Дачев и Д. Кипров исследовали влияние разных доз облучения на зубы, челюсти и прилегающие ткани.

К концу 110-дневного периода облучения, в течение которого крысы получили 2600 р, исследователи наблюдали характерные признаки хронической лучевой болезни. Все животные, оставшиеся в живых (многие пали раньше, в ходе эксперимента), убавили в весе и выглядели сильно изможденными. Количество эритроцитов и гемоглобина в крови уменьшилось, наблюдались более и или менее обильные кровоизлияния во внутренние органы (печень, легкие, селезенку и почки), а также в соединительную и другие ткани.

Поражение зубов и прилегающих тканей при хронической лучевой болезни выразилось главным образом в гиперемии и кровоизлиянии в мягкие ткани (пульпу и пр.). На поверхности эмали некоторых зубов появились темные пятна и очаги разруше-



Зубы и прилегающие ткани крыс, подвергнутых длительному облучению

Кровоизлияние в подкожную ткань в волосяные сумки



ния, оголилась часть корней. Больших язв, воспалительных процессов и полного разрушения тканей, подобных описанным А. А. Прохончуковым и В. В. Паникоровским (СССР), не наблюдали. Структура зубов и прилегающих тканей в целом сохранилась хорошо.

Следует отметить, что увеличение дозы свыше 2600 р не приводит к каким-либо качественно новым явлениям. Более того, поражения при дозах облучения в 2600—3200 р слабее, чем при меньших дозах. Болгарские исследователи предполагают, что в этих случаях развивается приспособительная реакция организма к постоянному воздействию раздражения.

«Доклады Болгарской Академии науки», т. 21, 1968, № 6, стр. 589

Дети, которые не , будут калеками

Еще в довоенное время польский хирург проф. Виктор Дега (Познань) опубликовал результаты своих исследований о причинах врожденного вывиха бедра; в послевоенный период он также уделял много внимания этому, часто встречающемуся врожденному пороку. Изучение этиологии, патогенеза, а также клиническая практика позволили проф. В. Дега разработать метод раннего узнавания предрасположенности к вывиху и соответствующую систему профилактики. Таким образом, многие сотни детей были избавлены от грозившего им увечья.

Проф. Дега — сторонник ранней диагностики врожденного вывиха бедра, по возможности — уже у новорожденных и детей грудного возраста, и немедленного лечения, приводящего обычно к восстановлению тазобедренного сустава. Для лечения детей, у которых вывих все-таки произошел, проф. Дега разработал собственный оригинальный метод хирургического вмешательства. В общей

сложности до 1965 г. в познанской клинике по методу проф. Дега было оперировано 1044 маленьких пациентов.

В сентябре 1966 г. проф. Дега получил премию фонда Альберта Ласкера — высшую в мире награду за исследования по восстановлению трудоспособности больных, а в июле 1968 г. — Государственную премию Польской Народной Республики.

Польское агентство печати «Интерпресс»

Анемия и . . . верблюды

Почему кочевые племена, употребляющие в пищу верблюжье молоко, почти не страдают анемией (малокровием), тогда как в местах, где разводят коз и питаются только козьим молоком, анемия широко распространена? Чтобы ответить на этот вопрос, австралийские исследователи собираются провести анализ верблюжьего молока на содержание фолиевой кислоты. Известно, что эта кислота (витамин, обозначаемый как В_с или М) стимулирует кроветворение и оказывает лечебное действие при некоторых типах анемии. Считается, что витамин В_с отсутствует в козьем молоке. Возможно, этой причиной и объясняется частая встречаемость анемии на Среднем Востоке среди племен, разводящих коз в качестве главных домашних животных.

«Science News», т. 93, 1968, № 2, стр. 41 (США)

Гонконгский грипп

Грипп — одно из немногих заболеваний, обладающих способностью с большой скоростью распространяться по земному шару, вызывая эпидемии и пандемии. При этом люди, перенесшие грипп, вызванный одним типом вируса, оказываются совершенно беззащитными перед гриппом, вызываемым другими типами вируса. В 1949 г. Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) впервые зарегистрирован так называемый ази-

атский грипп. В 1957 г. пандемия азиатского гриппа снова повторилась. В 1968 г. появился новый вирус, отличный от вируса, вызывающего азиатский грипп.

Первая вспышка заболевания была отмечена в середине июля в Гонконге. Вирус, получивший название гонконгского, был выделен В. К. Чанг. Она немедленно послала культуру в Лондон, где директор вирусного центра Н. Перейра подтвердил, что гонконгский вирус значительно отличается от всех ранее известных штаммов вируса гриппа.

Между тем эпидемия чрезвычайно быстро распространялась. За первые две-три недели июля в Гонконге заболело около 500 тыс. человек. В середине августа вирус перебросился в Сингапур, а в конце августа эпидемия охватила Тайвань, Малайзию, Южный Вьетнам, Филиппины. В сентябре грипп достиг Индии (вспышки в Мадрасе, Бомбее), Ирана, Таиланда, северных областей Австралии, Японии и западных штатов США.

Учитывая быстрое распространение болезни и данные серологических исследований, ВОЗ отмечает, что у большинства людей отсутствует иммунитет к гонконгскому вирусу. Следует ожидать поэтому очень широкого распространения заболевания: в Северном полушарии — между ноябрем 1968 г. и апрелем 1969 г., в Южном — в зимние месяцы (соответствующие нашим летним).

Из методов лечения гриппа наиболее эффективна вакцинация. Сейчас все подготовлено для выпуска вакцины, однако, чтобы получить ее в большом количестве, потребуется не менее 3—4 месяцев. Кроме того, ВОЗ отмечает, что применение вакцины у многих людей вызовет различные осложнения. Для предупреждения этих осложнений и во избежание распространения инфекции, необходимо, чтобы заболевшие выдерживали строгий постельный режим и выполняли все мероприятия, назначаемые врачом.

«WHO Chronicle», т. 22, 1968, № 12, стр. 526

Аналог женьшеня

Дальневосточный филиал Сибирского отделения АН СССР ведет поиски эффективных аналогов женьшеня среди растений семейства аралиевых. Наиболее перспективным справедливо считается элеутерококк (свободная ягода) колючий. Как отмечают И. И. Брехман и О. И. Кириллов, препараты из элеутерококка, подобно женьшеневым, повышают сопротивляемость к вредным физическим, химическим и биологическим факторам и нормализуют нарушенные функции организма. Клинические исследования показали положительное действие препаратов на страдающих невралгией, ревматизмом, диабетом, половыми расстройствами и другими заболеваниями. Кроме того, применение препаратов повышает физическую и умственную работоспособность здоровых людей, находящихся в чрезвычайно трудных условиях. Химические вещества, ответственные за это действие (гликозиды), присутствуют в растениях в составе сложных комплексов соединений, при разделении которых эффект препаратов убывает.

Поиски растений, препараты из которых действуют как тонизирующие и общеукрепляющие средства, обусловлены большим дефицитом и дорогостоящим природного и культивируемого женьшеня.

Элеутерококк колючий распространен значительно шире женьшеня, но все же природные запасы элеутерококка не настолько велики, чтобы длительное время удовлетворять потребность в нем. Поэтому исследование растений — аналогов женьшеня — продолжается: это акантопанакс сидячцевидный из аралиевых, некоторые представители семейства сложноцветных (леuzeя сафлоровидная и др.), золотой корень, лимонник китайский.

Интересно, что растения, которые, по сведениям восточной медицины, обладают общеукрепляющим и тонизирующим действием, обычно не со-

держат алкалоидов (могут присутствовать в незначительном количестве); в них преобладают гликозиды, сапонины, флавоноиды, кумарины и другие нетоксичные соединения. Высокое содержание гликозидов свойственно филогенетически более молодым группам цветковых растений, среди которых и следует искать источник новых лекарственных препаратов.

«Растительные ресурсы», т. IV, 1968, вып. 1, стр. 3—13

Снова интерес к урану

Начало уранового бума относится к концу 40-х годов XX в. и связано с бурным развитием ядерного оружия. Но уже к 1957—1960 гг. аппетиты военных заказчиков были удовлетворены, в связи с чем дальнейший рост производства урана приостановился. В последнее время интерес к урану вновь начинает возрастать, что объясняется быстрым развитием атомной энергетики. По подсчетам специалистов, капиталистическим странам к 1975 г. потребуется 36 тыс. т U_3O_8 , а к 1985 г. эта цифра удвоится. Учитывая, что запасы урановой руды, разведанные к настоящему времени в этих странах, составляют около 660 тыс. т, можно с уверенностью говорить о неизбежной новой волне интенсивных поисков новых месторождений урана.

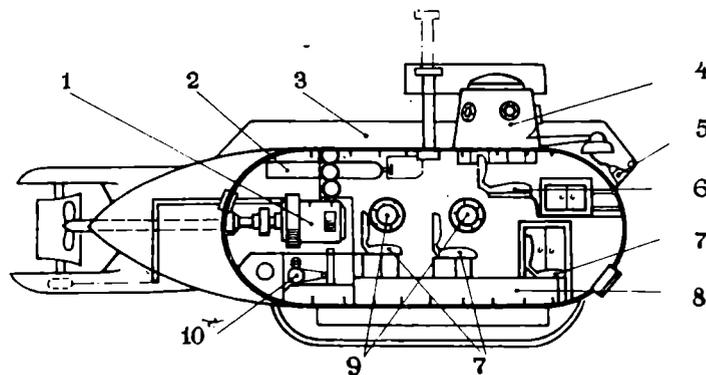
«Earth Science Review», т. 4, 1968, № 2, стр. A92—A95 (США)

Глубоководное «такси»

Занять место у иллюминаторов подлодки в глубоководном рейсе — желание многих океанографов. Ныне моря и океаны бороздят уже немало таких судов, и эта эскадра непрерывно пополняется все новыми кораблями для подводных исследований. Еще одна подлодка-малютка — «TOURS-60», предназначенная для тех, кто изучает глубины моря, создана в Любеке (ФРГ). В экипаж миниатюрного корабля входят два человека — рулевой и наблюдатель. Оба они могут следить за окружающим миром — в одном только рулевом отсеке установлено 5 иллюминаторов из плексигласа.

Корпус подлодки — стальная капсула диаметром 1,9 м с двумя полусферическими отсеками по ее сторонам. Общая длина аппарата 6 м, ширина 3 м, высота 3,3 м; вес его 10 т. Силовая установка — два электрических двигателя, размещенных по сторонам корпуса. Запас электроэнергии в аккумуляторах при максимальной скорости хода лодки (5,5 узлов) оказывается достаточным для того, чтобы проделать 3,5-часовое путешествие в морских глубинах. За это время подлодка может пройти расстояние до 18—20 миль. Другая подвод-

Схема глубоководного аппарата «TOURS-73»: 1 — электродвигатель, 2 — сжатый воздух, 3 — балластная цистерна, 4 — рубка, 5 — прожектор, 6 — кресло рулевого, 7 — кресло наблюдателя, 8 — аккумуляторы, 9 — иллюминаторы, 10 — компрессор



ная лодка «TOURS-73» имеет 7,3 м в длину, ее вес 12,7 т. Она принимает на борт до шести человек. Мощность электродвигателя этого корабля 16,3 л. с. Максимальная скорость хода, как и у «TOURS-60»,— 5,5 узлов. Обе лодки оборудованы компасами, телефонами, навигационной аппаратурой и приборами для проведения научных исследований под водой.

«Poseidon», 1968, № 75, стр. 139 (ГДР)

Подводная станция

«Садко-2»

Новая лаборатория под водой создана группой специалистов Ленинградского гидрометеорологического института и Акустического института АН СССР. Называется она «Садко-2» и представляет собой два спаренных стальных шара. В верхнем находится кубрик и рубка управления, в нижнем — «прихожая», где подводные жители могут оставить свои акваланги, снять гидрокостюмы и переодеться. Обслуживает лабораторию надводный корабль или береговой пост.

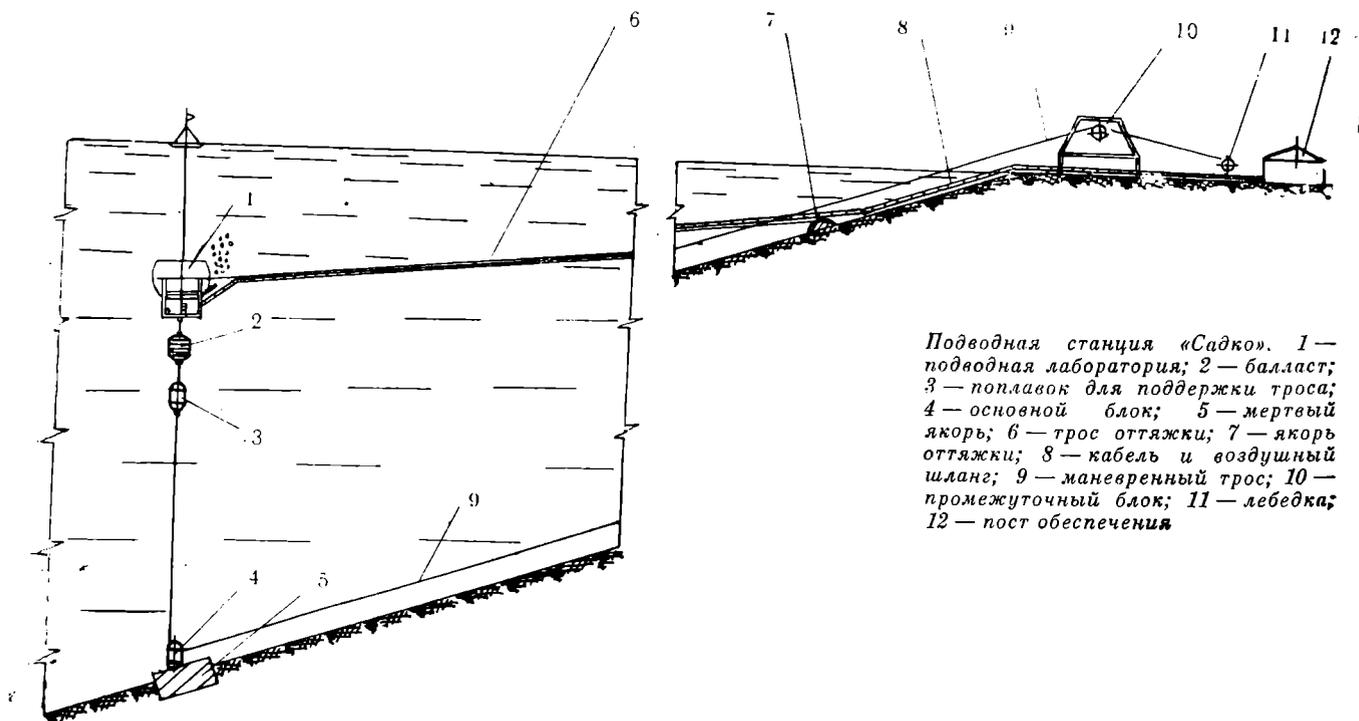
Дыхательная смесь подается под соответствующим давлением по гибкому шлангу (с корабля или с берега). Для связи с надводными наблюдателями служит телефон.

«Садко» обладает значительной положительной плавучестью. Чтобы погасить ее избыток, снизу к домику подвешен балласт (многотонная железобетонная чушка), который держит его на глубине. От мертвого якоря к лаборатории идет трос. Если его потравить, «Садко» всплывает. При обратном ходе лебедки дом медленно погружается в пучину моря. Этим «Садко» выгодно отличается от других подводных домов.

Испытания «Садко» проводились на дне Сухумской бухты. Лаборатория была опущена на глубину 25 м. Впрочем, ученые могли поместить свой дом на большие глубины. Но ленинградские исследователи не ставили своей целью рекордное погружение. У обитателей «Садко» была другая задача: проверить специальные дыхательные смеси и таблицы декомпрессии, разработанные лабораторией

подводных исследований Ленинградского гидрометеорологического института. Кроме того, изучались скорость подводных течений, температура на разных глубинах, подводная фауна и флора. Днем и ночью двое исследователей (инженер и океанолог) вели наблюдения под водой. Периодически они, надев акваланги, покидали свое убежище и опускались на глубину в 40—50 м. Акванавты даже не проснулись, когда однажды ночью в Сухумской бухте разыгрался сильный шторм. Связь с берегом оказалась прерванной, но едва море немного успокоилось, как она была восстановлена. В общей сложности исследователи провели в подводном доме 10 дней, включая трехдневную декомпрессию.

«Судостроение», 1968, № 5, стр. 11—14



Подводная станция «Садко». 1 — подводная лаборатория; 2 — балласт; 3 — поплавок для поддержки троса; 4 — основной блок; 5 — мертвый якорь; 6 — трос оттяжки; 7 — якорь оттяжки; 8 — кабель и воздушный шланг; 9 — маневренный трос; 10 — промежуточный блок; 11 — лебедка; 12 — пост обеспечения

Первооткрыватель электромагнитных волн

А. Т. Григорьян, А. Н. Вяльцев
ГЕНРИХ ГЕРЦ

Изд-во «Наука», 1968, 309 стр., ц. 1р. 21 к.

Широко известны высказывания Ленина о материалистических по своему существу воззрениях знаменитого физика Герца. Его имя известно всему человечеству и увековечено в наименовании единицы частоты, подобно именам Вольта, Фарадея, Кюри и других великих из великих. В историю физики Герц вошел как один из ее — далеко не многих — любимцев, получивших полное признание еще при жизни.

Живо, с подъемом написанная книга Григорьяна и Вяльцева посвящена творчеству Герца, но весьма интересны и приводимые в ней сведения о его столь кратком жизненном пути (1857—1894 гг.). В книге излагаются все работы Герца, в том числе такие малоизвестные, как исследование приливов, испарения ртути (глава 1), и дается их полный список. В 3-й главе подробно описано открытие фотоэффекта, интерпретация которого Эйнштейном в 1905 г. столь сильно продвинула квантовые представления о микромире.

В 5-й главе, посвященной механике (написана А. Т. Григорьяном в сотрудничестве с Л. С. Полаком), анализируется своеобразная механика

Герца, в которой сила и энергия как исходные понятия изгонялись и заменялись связями, а обычная потенциальная энергия заменялась кинетической энергией скрытых материальных систем. Роль последних у Герца играл эфир, рассматривавшийся как механическая система. За основу механики Герц берет вариационный принцип так называемого «прямейшего» пути, и авторы главы поясняют его отношение к наиболее фундаментальному принципу наименьшего действия Гамильтона.

Известно, что механика Герца не привела к каким-либо новым конкретным результатам или удобным методам решения задач. Было бы неверно утверждать, что она не сыграла некоторой стимулирующей роли. Скрытые параметры и связи в известном смысле возродились в современной теории вакуума с его океаном виртуальных, «нерожденных» электрон-позитронных пар, фотонов и других частиц. Эйнштейнова общая теория относительности, геометризуя гравитацию и трактуя движение планет как инерциальное, «свободное», но происходящее не в плоском евклидовом, а в римановом пространстве, искривленном Солнцем, также подает руку методу Герца, который геометризовал методы механики, заменяя силы связями.

Главы 2 и 4 посвящены главному делу жизни Герца — открытию электромагнитных волн и доказательству их сходства со световыми волнами, а также разработке максвелловой электродинамики. Здесь авторы кни-

ги применяют любопытный прием реконструкции развития идей Герца и вместе с тем излагают реальный ход его исследований. Эти центральные главы книги, как и главу, содержащую анализ механики Герца, мы считаем особенно удавшимися. Весьма ценным в них является беспристрастный, документированный анализ отношения Герца к электродинамике Максвелла. Сперва Герц придерживался варианта электродинамики своего учителя и друга Гельмгольца и не предполагал — вопреки ходячим взглядам — ставить опыты с целью подтвердить теорию Максвелла. Тем важнее тот факт, что эксперименты привели его к верным заключениям и сделали главным глашатаем единственно правильной системы классической электродинамики. Оказывается, лишь накануне кончины Герц снял свое последнее возражение против теории Максвелла, обусловленное ошибкой эксперимента.

В книге хорошо отмечен резкий поворот мирового интереса к теории Максвелла после опытов Герца. Сейчас довольно забавно читать о механических аналогиях, которыми руководствовался Максвелл при создании теории. Роль Герца, как и Хевисайда, в приведении в порядок уравнений (и обозначений!) Максвелла не может быть переоценена. Как известно, вердикт вынесла теория относительности, покончив с эфиром и доказав инвариантность уравнений электродинамики относительно преобразований Лоренца. Понимание электромагнетизма продолжало, од-

нако, углубляться и в последующую эпоху («электрон неисчерпаем», как подчеркнул Ленин) на базе квантовой теории. В самое последнее время усиленно обсуждается вопрос о существовании магнитных полюсов, предсказанных Дираком в 1931 г.

Читая главу 4, мы получаем возможность проследить, как работы Герца по электродинамике движущихся сред стали базой для исследований Лоренца, которые в свою очередь привели Пуанкаре и Эйнштейна к созданию теории относительности.

Авторы книги явно не имели в виду писать историю теории относительности. Однако нельзя не пожалеть о том, что, восстанавливая значение работ Пуанкаре, они не упоминают об Эйнштейне, видимо, в связи с кажущейся оторванностью его первой работы, не содержащей никаких ссылок ни на Лоренца, ни на Пуанкаре.

О причинах частого замалчивания роли Пуанкаре мы уже писали неоднократно. Коротко говоря, оно связано не столько с техническими обстоятельствами публикации работы Пуанкаре в малоизвестном физикам математическом журнале, сколько со стилем изложения, отражавшим философские идеалистические конвенционалистские колебания позиции Пуанкаре. Напротив, первая знаменитая работа молодого Эйнштейна, гораздо более физично написанная, дышит уверенностью.

Один из параграфов книги посвящен изобретению радио на базе исследований Герца. Авторы книги ставят рядом Попова и Маркони как изобретателей, независимо завершивших довольно длинный путь от опытов Герца до практической реализации радиосвязи. Они подчеркивают приоритет Попова, на год опередившего Маркони.

В резких отрицательных тонах обрисована коммерческая деятельность Маркони. Отмечено, что монополия созданного им общества впоследствии стала даже тормозом развития радио. Таким образом, этот энергичный изобретатель предстает перед читателем сложной фигурой. Авторам следовало бы отметить и более

положительные стороны его деятельности в последние годы жизни.

Хотя изобретение радио занимает в книге побочное место (около 15 страниц из 300), все же авторам в связи с вопросом о приоритете Попова следовало бы добавить пару страниц, посвященных международному признанию Попова, его последующим публикациям и отзывам на них, и не оставлять у читателя некоторой неудовлетворенности при чтении концовки на стр. 182, где указывается на трудность установления точной даты и текста первой исторической передачи Попова. Этот пункт необходимо будет уточнить в следующем издании.

Содержательная книга Григорьяна — Вяльцева с интересом встречена самым широким кругом читателей.

Профессор Д. Д. Иваненко
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

В мире камня

А. Лебедев, В. Лебединский
ПОПУЛЯРНАЯ ПЕТРОГРАФИЯ. Изд-во «Недра», 1968, 224 стр., ц. 71 коп.

Более чем из 2000 минералов состоят горные породы, распространенные на нашей планете. Изучением пород занимается петрография. Авторы поставили перед собой цель — рассказать об этой науке так, чтобы было интересно широкому кругу читателей. Постепенно, от первых встреч с горными породами за городом, в реке, озере или на горной тропинке, они вводят читателя в исключительно разнообразный и такой непохожий в каждом отдельном случае мир камня.

Будучи геологической дисциплиной, петрография служит как бы связующим звеном между общей геологией и минералогией. Поэтому в книге даны обширные сведения из общей геологии, минералогии и физико-химии.

Горные породы, каковы бы они ни были по своему происхождению —

осадочные, метаморфические или магматические, иногда сопровождаются промышленной концентрацией железа, титана, ванадия, меди и других практически ценных элементов. Но лишь в отдельных и совершенно определенных случаях породы являются носителями руды. Авторы открывают тайну и этих пород-руд.

Как рождаются горные породы (в чреве вулкана, на дне морском, на суше или в космосе?); как под действием температуры, воды и прочих природных сил они изменяются и превращаются из одного типа в другой; почему человек не может в своей жизни обойтись без камней (горных пород) — это только некоторые основные вопросы, затронутые в книге.

Камень — не только продукт природы. Человек создал много искусственных пород — такие как бетон, стекло, шлаки, огнеупоры и т. д. Специальные главы рассказывают о применении естественных и искусственных камней в строительстве, архитектуре и искусстве.

Авторам, несомненно, удалось в увлекательной форме изложить большой научный материал, не отступая в то же время от его современного и глубокого толкования.

В. В. Свиридов
Кандидат геолого-минералогических наук
Симферополь

Новое направление в защите растений

В. А. Мегалов

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КАПУСТЫ К ВРЕДИТЕЛЯМ. Изд-во «Колос», 1968, 38 стр., ц. 6 коп.

В последнее время все более пристальное внимание уделяется отрицательным последствиям применения хлорогидрических, фосфорорганических ядохимикатов, производных карбаминовой кислоты и им подобных для защиты растений от вредителей и болезней. Ядохимикаты

загрязняют среду обитания человека (почву, воду, воздух). Двигаясь по пищевым цепям, попадают в продукты питания, снижают их биологическую ценность, а иногда делают непригодными для употребления.

Ядохимикаты снижают плодородие почвы, убивая полезных микроорганизмов, простейших, червей, нарушают биогеоценоз и, в конечном итоге, могут вести к возрастанию численности вредителей. Неизбежная гибель насекомых-опылителей неблагоприятно сказывается на урожаях многих культур.

Все это заставляет искать других путей защиты. Изучение экологических условий, определяющих обмен веществ в растениях, и условий питания вредителей показало возможность влияния на плодovitость и численность вредителей различными удобрениями. Плодовитость колюще-сосущих и грызущих вредителей находится в тесной взаимосвязи с обеспеченностью нужными для них питательными компонентами — аминокислотами и моносахарами в клеточ-

ном соке растений. Их содержание повышается при ослаблении растения, при недостаточности фосфора и калия, при избытке азота. И, наоборот, смещение биохимических процессов у растения в сторону образования веществ запаса — белков, полисахаров и т. п. — снижает содержание аминокислот и моносахаров в клеточном соке, ухудшает питание вредителей и ведет к резкому снижению их численности и вредности.

Следовательно, земледelec должен заботиться о том, чтобы повышать в растении процессы синтеза и содержание запасных веществ и снижать содержание аминокислот и моносахаров, так называемых продуктов гидролиза. Этого можно добиться корневыми и внекорневыми подкормками калийными и фосфорными удобрениями, а также древесной золой.

Применение ядохимикатов на капусте особенно опасно, поэтому исключительный интерес представляет способ защиты этой культуры без

ядохимикатов. Вот результат: количество заселенных тлями растений капусты снижалось с 208 (52%) в контроле до 42 (10,5%) при корневой подкормке (с последующим поливом) суперфосфатом, до 30 (7,5%) — хлористым калием и до 18 (4,5%) — их смесью. Заселенность капусты кладками яиц капустной белянки при внекорневой подкормке снижалась с 13,3% в контроле до 2% при применении раствора суперфосфата с хлористым калием и до 1,6% — зольным щелоком. Аналогичные результаты были получены и с некоторыми другими культурами. Возможность замены ядохимикатов удобрениями несомненно привлечет внимание не только работников сельского хозяйства, но и гигиенистов, так как при этом способе защиты питательность продукции для человека возрастает. Этот новый и весьма перспективный метод защиты растений описан в брошюре В. А. Мегалова, выпущенной издательством «Колос». Жаль только — малым тиражом.

М. Н. Галанина
Москва

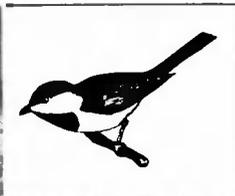
читайте №4 журнала ПРИРОДА

ПРИРОДА.

4.69



1. 18347984639001...
2. 36948570110924...
3. 50472200173996...
4. 99801230109487..



Ленин и охрана природы.

Н. А. Гладков

Расшифровка структуры валиновой транспортной РНК.

А. А. Баев

Бассейн Печоры таит разгадку нефти?

П. Е. Оффман

Ландау — ученый и педагог.

А. И. Ахиезер,

А. С. Компанец

Зачем рыбе чешуя?

В. В. Барсуков

Сафари в Судане.

Й. Бич

Как стать членом Ботанического общества?

Читатель В. Р. Романов из Чебоксар нам пишет:

— Я слышал, что существует Ботаническое общество, но мало знаю о нем. Кто может быть его членом? Можно ли создавать низовые коллективы Ботанического общества в колхозах, совхозах, на заводах и других предприятиях?

По просьбе редакции на эти вопросы отвечает кандидат биологических наук Н. Б. Белянина.

Всесоюзное ботаническое общество — добровольная научно-общественная организация людей, ведущих теоретическую и практическую работу в области ботаники. Оно состоит при Отделении общей биологии Академии наук СССР. Основные задачи Общества направлены на развитие передовой советской науки, на всестороннее изучение растительного покрова, рациональное использование, сохранение и обогащение растительных ресурсов страны. Общество содействует распространению ботанических знаний среди широких масс населения, преподаванию ботанических дисциплин в шко-

ле и специальных учебных заведениях, координации научно-исследовательских работ. Всесоюзное ботаническое общество основано в 1915 г., тогда оно называлось Русское ботаническое общество и объединяло 133 ученых-ботаников. Сейчас в него входит несколько тысяч человек.

Долгие годы деятельностью Общества руководил крупнейший советский ученый акад. В. Н. Сукачев. В настоящее время президент Общества — акад. Е. М. Лавренко.

Всесоюзное ботаническое общество состоит из почетных членов, действительных членов и членов-коллективов. Действительным его членом может быть каждый, кто ведет исследовательскую, педагогическую или практическую работу в области ботаники и смежных наук. Для вступления в Общество нужна рекомендация двух его членов. Членами-коллективами могут быть научные общества, научно-исследовательские институты и другие организации, содействующие работе Общества. Почетными членами избираются известные советские и зарубежные ученые.

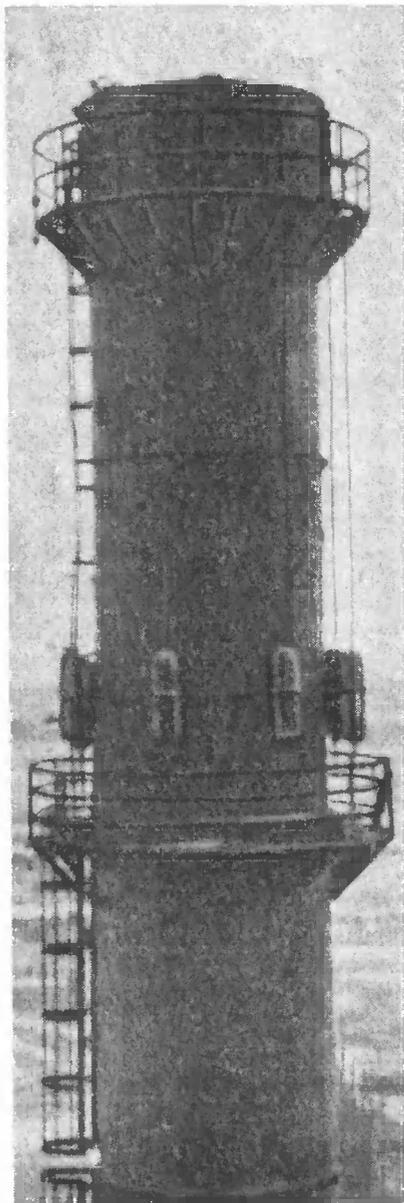
Совет Всесоюзного ботанического общества находится в Ленинграде. В союзных республиках и крупных городах страны организованы отделения Общества. Общество создает секции и комиссии для разработки отдельных проблем ботаники, содействует организации ботанических

станций, лабораторий, музеев, библиотек и т. п., проводит научные конференции, организует экспедиции. Всесоюзное ботаническое общество издает «Ботанический журнал», сборники научных работ «Проблемы ботаники» и «Проблемы современной ботаники», монографии, методические пособия, научно-популярную и краеведческую литературу.

Ударные гасители колебаний труб

В № 3 журнала «Природа» за 1968 год (стр. 111) помещена реферативная заметка «Маятник на телебашне».

В заметке сообщается о том, что на телевизионной башне в Дрездене (ГДР) для уменьшения амплитуд колебаний башни в ветровом потоке запроектирован динамический гаситель колебаний в виде массивного маятника, поддерживаемого упругими тягами с большим вязким трением. При этом длина и вес маятника выбраны такими, чтобы сила инерции маятника при колебаниях частично уравновешивала силы, приложенные к башне, а вязкое трение ограничивало колебания самого маятника.



В связи с этим сообщаем, что в 1951 г. в СССР для уменьшения колебаний дымовой трубы и радиобашни были впервые применены ударные гасители колебаний¹. В 1953 г. на Закавказском металлургическом заводе в Рустави были установлены такие гасители колебаний на шести дымовых трубах.

Ударный гаситель колебаний для дымовой трубы состоит из восьми ма-

ятников (см. рис.), каждый весом по 650 кг, подвешенных к отдельным кронштейнам на листовых шарнирах. Удары маятников воспринимаются специальным кольцом, жестко прикрепленным к кожуху трубы. Длина маятников выбрана такой, что колебания сооружения и гасителя происходят в противофазе, причем удары совершаются в те моменты, когда дымовая труба проходит положение равновесия. Общий вес маятников выбран равным приблизительно 0,016 от полного веса дымовой трубы. Испытания ударных гасителей колебаний дымовых труб показали, что гаситель снижает амплитуду колебаний дымовой трубы, находящейся в ветровом потоке, в 3 раза.

В 1953 г. в «Бюллетене строительной техники» № 5 было дано описание работы ударных гасителей колебаний, установленных на дымовых трубах.

Профессор Б. Г. Корнев
В. И. Сысоев
Кандидат технических наук
Москва

районе города Поти Грузинской ССР. От пойманных самок удалось получить в результате инъекции гипофиза зрелую икру. Ее оплодотворили, проинкубировали и получили небольшое количество личинок.

Таким образом, доказана принципиальная возможность воспроизводства атлантического осетра с помощью рыбозаведения.

Перспективность работы по заводскому воспроизводству этой рыбы уже не вызывает сомнения. Если исследования английских ученых по искусственному разведению в море такого сравнительно малоценного объекта, как камбала, получили широкое международное признание, то, очевидно, воспроизводство советскими рыбводами ценнейшего представителя ихтиофауны моря — атлантического осетра несомненно будет способствовать повышению престижа рыбной промышленности СССР.

В. В. Мильштейн
(Москва)

Новое об осетре

В третьем номере журнала «Природа» за 1968 г. опубликована статья Р. С. Шавердашвили «Атлантический осетр». В ней рассказывалось, какими замечательными особенностями отличается эта рыба. Автор предлагал ряд мероприятий по увеличению численности ее стад, и прежде всего — искусственное рыбозаведение.

Попытки выращивать атлантического осетра делались неоднократно. Его разводили в небольших масштабах на Эльбе немецкие ученые: в 1881 — Фраден и в 1891 г. — Моор. Однако эти эксперименты дальнейшего развития не получили.

Только в 1968 г. сотрудники Центрального научно-исследовательского института осетрового хозяйства и Грузинской рыбохозяйственной станции ВНИРО сделали новую попытку освоить методику искусственного разведения атлантического осетра. Опыт проводился в устье р. Риони в

¹ Разработки в ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко (быв. ЦНИИПС).

Непрошенные «преобразователи»

С проявлением сезонности в окружающей нас живой и неживой природе мы встречаемся буквально повсюду. Порой эта сезонность легко доступна для наблюдения — будь то перелеты птиц или рост оврагов, листопад, цветение растений или сход лавин. Но на многие сезонные явления мы просто не обращаем внимания, в то время как их последствия, иногда далеко не безобидные, нет-нет да напомнят, что в природе все важно и все надо изучать. Так было и на этот раз.

Совершая маршрут по территории Дарвинского государственного заповедника, мы миновали сосновую рощу, которая тянется вдоль берега Рыбинского водохранилища, и вскоре оказались на окраине небольшого верхового болота. Пейзаж вокруг был настолько необычен, что мы невольно остановились. Прежде всего бросился в глаза уродливый, болезненный вид молодых сосен: концы веток и вершины на высоте до 2,5 м были обломаны, как бы «подстрижены», старая хвоя отсутствовала совсем, но охвоение отдельных молодых побегов казалось на редкость густым и пышным. Из 45—50 деревьев, занимавших участок около 150 м², 8 усохли, а некоторые находились на грани гибели. Между тем стоящие рядом более зрелые сосны с высокими кронами имели нормальный вид и, несомненно, чувствовали себя превосходно.

Наше внимание привлек также своеобразный состав растительности в краевой части болота. Рядом с типичными для подобных местообита-

ний видами (багульников, черникой, кукушкиным льном и сфагном Варнсторфа) небольшими куртинками росли вейник Лангсдорфа и щучка дернистая, отдельные растения таволги вязолистной и иван-чая и даже небольшой куст шиповника. Все эти виды, как правило, произрастают в более благоприятных почвенных условиях, поэтому нам было странно встретить их здесь. Обратили мы внимание и на сравнительное обилие молодых березок, значительная часть которых тоже была сильно повреждена.

Догадка о виновниках всех этих «преобразований» природы возникла сразу же, как только мы увидели под ногами многочисленные россыпи сохатинного помета: на площадке размером 10×10 м мы насчитали более 15 кучек. Но ясным стало далеко не все. Почему, например, опустошительная деятельность лосей, повредивших или уничтоживших весь окрестный молодняк сосны, так ярко проявилась именно здесь? Ведь 10—20-летние сосновые насаждения мы видели и на других участках территории заповедника, и они часто бывали совершенно здоровы. Что привлекло сюда столько лосей или же сделало их пребывание здесь таким длительным? Наконец, чем объяснить появление на окраине болота несвойственной ей растительности?

Заинтересовавшись этими вопросами, мы позднее узнали следующее. С наступлением зимы пищевой рацион сохатых заметно меняется. Вместо травянистых растений, и особенно листьев осины, ивы и рябины, они начина-

ют поедать то, что можно добыть над поверхностью снежного покрова: молодые побеги перечисленных выше древесно-кустарниковых пород, а также побеги сосны с хвоей. С приближением весны удельный вес сосновых «лапок» в корме лосей все более повышается, и в марте — первой половине апреля «лапник» становится обычно главным, а часто почти единственным продуктом питания. Связано это не только с относительной легкостью добычи сосновой хвои, но и с целым рядом ее незаменимых качеств. В ней много белков и жиров (намного больше, чем в кормовых травах), в значительном количестве есть все основные витамины (кроме каротина), а также такие важные для организма животного микроэлементы, как кобальт и марганец¹. Сосновая хвоя содержит и некоторые вещества, играющие роль лекарств (в частности, при помощи одного из них лоси в конце зимы очищают кишечник от глистов).

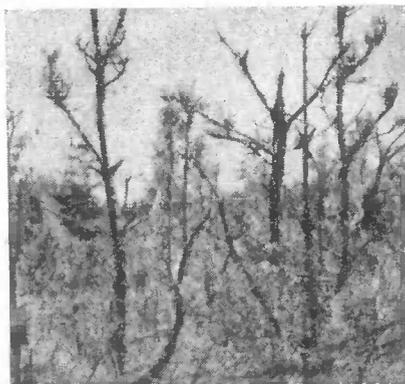
Естественно, что обилие молодой поросли сосны, осинника и ивняка становится существенным условием, определяющим места обитания лосей в зимний и ранне-весенний периоды. Что же касается конкретных участков, на которых стада лосей (обычно в количестве 3—6 особей) наносят особенно большой ущерб древесным насаждениям, то их выбор определяется рядом обстоятельств. Важнейшей причиной задержек сохатых на таких участках А. Н. Формозов (1946 г.) считает неблагоприятные погодные условия — рыхлый глубо-

¹ «Природа», 1967, № 6, стр. 75.

кий снежный покров, и особенно наст, при движении по которому животные сильно ранят ноги. В результате в некоторые периоды в конце зимы и начале весны суточное передвижение сохатых может ограничиваться сотнями или даже десятками метров на очень небольшой площади. При этом они поедают вокруг себя все, что возможно. По мнению А. Г. Банникова и А. А. Фандеева, а также некоторых других исследователей, места таких стойбищ, как правило, бывают связаны с близостью к ивнякам или молодым осинникам, а также с благоприятным расположением участка с точки зрения защиты от ветра и возможности заранее обнаружить опасность со стороны хищников — главным образом росомах, волков и рысей. М. Л. Калецкая (1959) указывает, что лоси всегда предпочитают останавливаться для кормежек на опушках молодняков или же в разреженных их зарослях; в густые насаждения они заходят крайне неохотно.

Обнаруженный нами участок, судя по всему, и был одним из излюбленных зимних или ранне-весенних стойбищ сохатых.

Следует полагать, что появление в местном растительном покрове некоторых новых для него видов также оказалось одним из следствий их регулярного пребывания здесь. Дело в том, что вейник Лангсдорфа, щучка дернистая и другие встреченные нами растения требуют для своего развития большего количества питательных веществ, чем то, которое содержится обычно в почвах, непосредственно примыкающих к краю верхового болота. Однако недостаток этих веществ в значительной мере мог быть восполнен за счет продуктов разложения помета и мочевины, сносимых поверхностными водами с прилежащего склона. В итоге должна была уменьшиться и кислотность почв. Все это, по-видимому, и привело к некоторым изменениям фитоценоза. Объяснить их подъемом грунтовых вод в связи с созданием Рыбинского водохранилища в данном случае трудно, так как подтопление вызывает обычно совершенно иные явления.



Так выглядят сосняки, в которых зимой и ранней весной регулярно кормятся лоси

Фото автора

Более густая березовая поросль в зоне контакта болота с суходолом также в определенной мере может быть результатом улучшения качества почв. Однако не исключено, что другая причина кроется в немногочисленности и чрезвычайной угнетенности их основных конкурентов — сосен.

«Преобразовательная» деятельность сохатых, плотность которых на территории Дарвинского заповедника за первые семь лет его существования увеличилась более чем в четыре раза, сейчас на многих участках приняла поистине катастрофический характер. Практически уничтожены все осинники и рябинники в возрасте до 15—20 лет, интенсивно поедаются ивняки, играющие существенную роль в защите берегов Рыбинского водохранилища от размыва. Повреждено более 60% молодняка сосны. И это неудивительно: по данным А. А. Насимовича (1958) каждый лось за 200 дней питания зимними кормами «подстригает» примерно 20 тыс. деревьев и кустарников.

Конечно, при большой плотности животных в пределах кормовых угодий их роль в изменении ландшафта оказывается очень существенной и не всегда, к сожалению, положительной. Это, однако, не означает, что поголовье сохатых необходимо сводить к минимуму. Их отличное мясо, кожа, идущая для изготовления прекрасной

замши и обуви, вкусное и питательное молоко (с 19% жира), хорошая приручаемость и возможность использования в качестве «вездеходов» для перевозки грузов — все эти достоинства нельзя сбрасывать со счета. Поэтому противостать «преобразовательной» деятельности лосей лучше всего путем не очень сложных лесовосстановительных работ и расселения в районы, где их либо мало, либо еще нет совсем (например, на Кавказе).

И. Ю. Долгушин
Кандидат географических наук
Москва

Пилигримы XX века

1964 год. Антарктическая научная станция Восток. Высота над ур. м. 3420 м, до побережья более 1200 км льда и снега. Ни единой живой души вокруг. Но 15 декабря случилось неожиданное: сотрудники станции увидели в воздухе птицу. Это был большой поморник. Он появился с северной стороны горизонта и, по-видимому, был очень утомлен, так как часто садился на снег. Полярники попытались подкормить его; он съел банку мясных консервов, однако близко к себе никого не подпускал. Несколько дней поморник был в центре внимания сотрудников станции, а затем исчез. В какую сторону он улетел — никто не видел. Удивительный случай. Но не единственный.

В 1911 г. Амундсен и его товарищи, совершая поход к Южному полюсу, почти в 700 км от берега также встретили поморника, летящего на юг. Что толкнуло птиц на столь рискованное путешествие — от моря, источника их жизни, в глубь ледяной пустыни? Может быть, их занесло воздушным течением? Может быть. Но такое объ-

яснение вовсе не подходит для пингвинов, которые, как известно, летать не умеют. Они и по суше передвигаются со скоростью 13—15 км в день. И тем не менее пингины тоже подвержены страсти к необъяснимым и рискованным путешествиям.

Однажды во время Четвертой континентальной экспедиции в Антарктиде советский санно-гусеничный поезд двигался от станции Лазарев в глубь континента. В 40—50 км от побережья один из водителей увидел вдали от проложенной трассы темный предмет, направил туда вездеход и, к своему удивлению, обнаружил императорского пингвина.

19 февраля 1959 г. кандидат геолого-минералогических наук П. С. Воронов, направляясь в очередной геологический маршрут по Земле Королевы Мод, заметил на свежевывавшем снегу у подножия горного массива Вольтат следы недавно прошедшего пингвина. Расстояние от побережья составляло около 130 км.

Немного ранее, на рубеже 1957—

Килиманджаро — покрытый вечными снегами горный массив высотой в 19710 футов, как говорят, высшая точка Африки. Племя масаи называет его западный пик «Нгай-Нгай», что значит «Дом бога». Почти у самой вершины западного пика лежит иссохший мерзлый труп леопарда. Что понадобилось леопарду на такой высоте, никто объяснить не может.

Э. Хемингуэй. Снега Килиманджаро

1958 гг., американские полярники видели следы пингвина Адели в центре Западной Антарктиды, в районе гор Элсуэрта, примерно в 300 км от побережья. Казалось, мужественный землепроходец совершал переход через материк от моря Амундсена к морю Уэдделла. Любопытно, что пингвин шел как бы вдоль подледной долины, соединяющей эти моря.

Столь странное поведение животных участники разных внутриконтинентальных походов наблюдали неоднократно. Эти случаи до сих пор мало изучены и их трудно объяснить. Пока на этот счет существуют лишь предположения. Например, предполагают, что пингвин, как и человек, может заблудиться.

С этой точки зрения интересны исследования, проведенные американскими учеными и, в частности, Ричардом Л. Пенни. Они установили, что пингины, перевезенные самолетом на расстояние 4000 км, возвращаются к своим гнездовьям. Изучение столь

поразительной способности пингвинов к ориентации продолжили сотрудники Висконсинского университета. В октябре 1962 г. они проделали такой эксперимент. Пингины Адели, пойманные на мысе Крозье, где находилась их береговая гнездовая колония, выпускались в центре шельфового ледника Росса и на плато Земли Мэри Бэрд. Оказавшись в незнакомой местности, птицы начинали двигаться по прямой линии, параллельно меридиану мыса Крозье. Расстояние от берега, по-видимому, не влияло на их способность находить правильный путь. Зато было отмечено, что пингины хуже ориентировались, когда Солнце было закрыто облаками. Но чтобы находить путь по Солнцу и при этом двигаться по прямой, необходима еще поправка на вращение Земли относительно положения Солнца. Все это привело американских исследователей к мысли, что в организме пингвинов существуют биологические «часы», которые позволяют им выбирать правильное направление.

Если это так, чем же объяснить путешествия пингвинов в глубь материка, когда они идут на верную гибель?

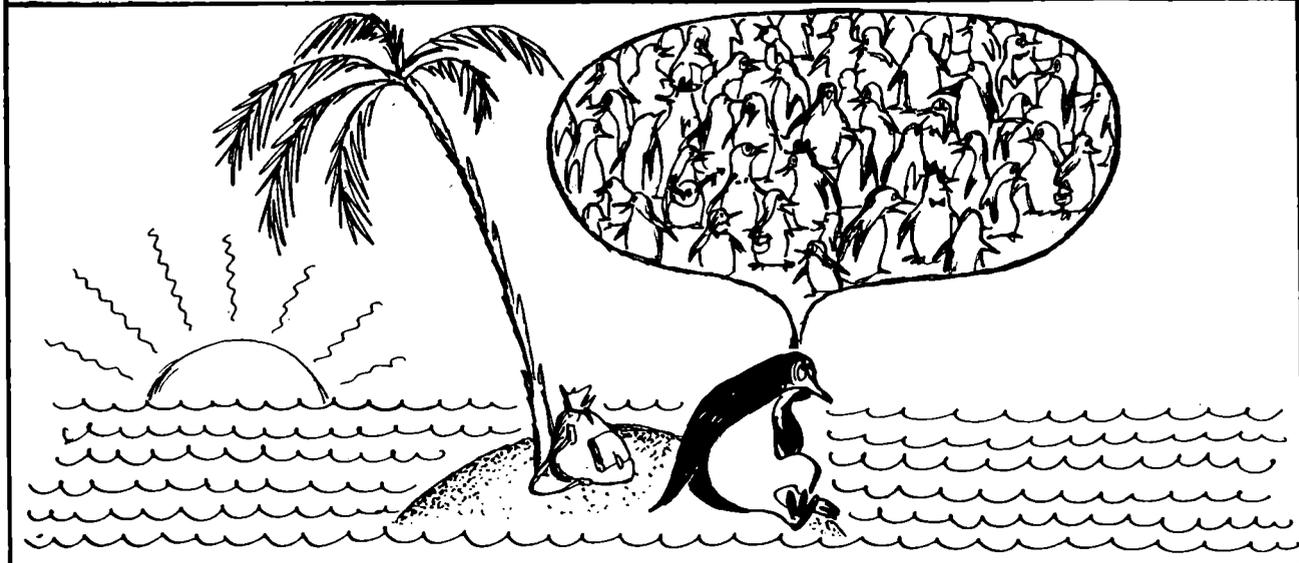
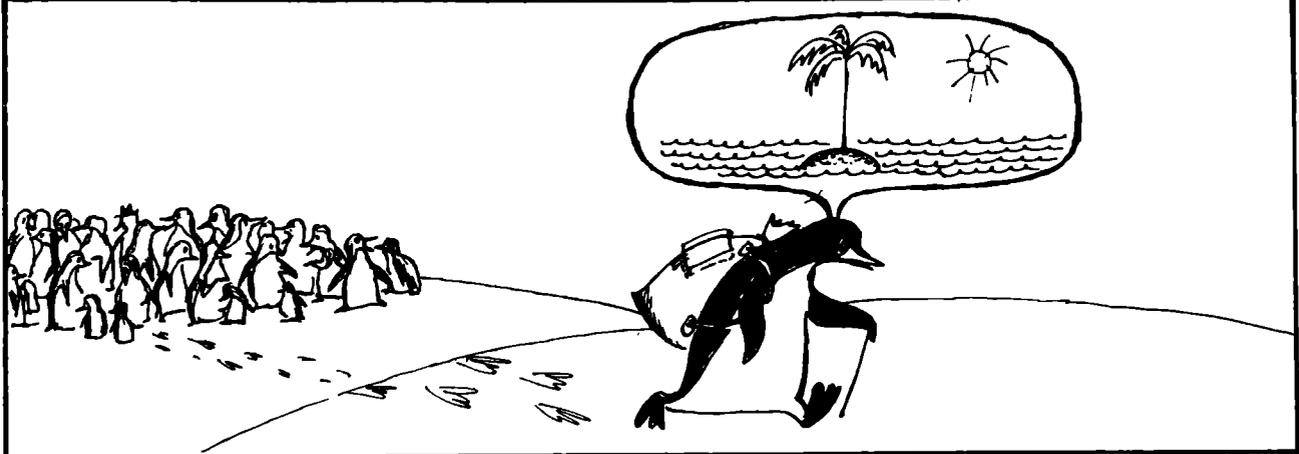
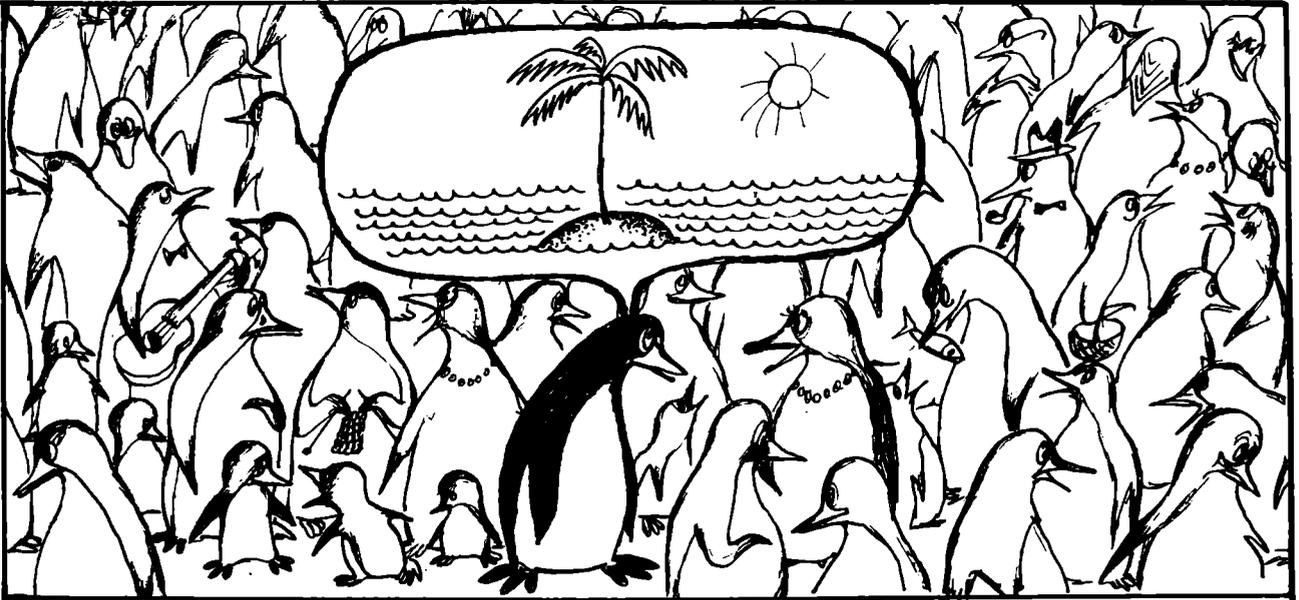
Птицы не одиноки в своем стремлении на юг. В разных местах Антарктиды на расстоянии многих десятков километров от берега и на высотах до 1000 м над ур. м. встречаются мумифицированные трупы тюленей. Возраст мумий колеблется от 2000 лет до нескольких месяцев. Какая сила заставляет неповоротливое на суше животное тысячелетиями повторять одну и ту же роковую ошибку: уходить от моря и карабкаться в горы, чтобы найти там свою гибель?

Недавно сотрудники станции Молодежная обнаружили в 9 км от лежки молодого тюлененка, оставшегося без матери. Его попытались повернуть назад, но он упорно продолжал свой путь в глубь материка. Доставленный обратно к месту лежки тюленей, он снова направился на юг. Что это? Каприз? Проявление индивидуальности? Или, быть может, просыпаются древние инстинкты, отно-

сящиеся к временам, когда Антарктида не была покрыта льдом, и зовущие аборигенов туда, где некогда плескалось море? Ученые теряются в догадках. А между тем фактов такого рода становится все больше и больше.

12 декабря 1966 г. во время полета американского вертолета вблизи горы Сондерс (Земля Мэри Бэрд) экипаж и пассажиры заметили двигавшегося в глубь континента тюленя-крабоведа, видимо, трехмесячного возраста. Известно, что эти тюлени сугубо морские животные и на сушу выходят очень редко. Трудно себе представить, как он очутился на леднике Креваасс-Валли, который находится в 110—120 км от берега и возвышается на 997—1200 м над ур. м. Что понадобилось тюленю на такой высоте, никто объяснить не может.

А. А. Лукин
Московская обл.



Что понадобилось пингвину в глубине Антарктиды?

Гипотеза карикатуристов Г. и В. Караваевых

Цена 50 коп.

Индекс 70707



**Издательство
„Наука“**