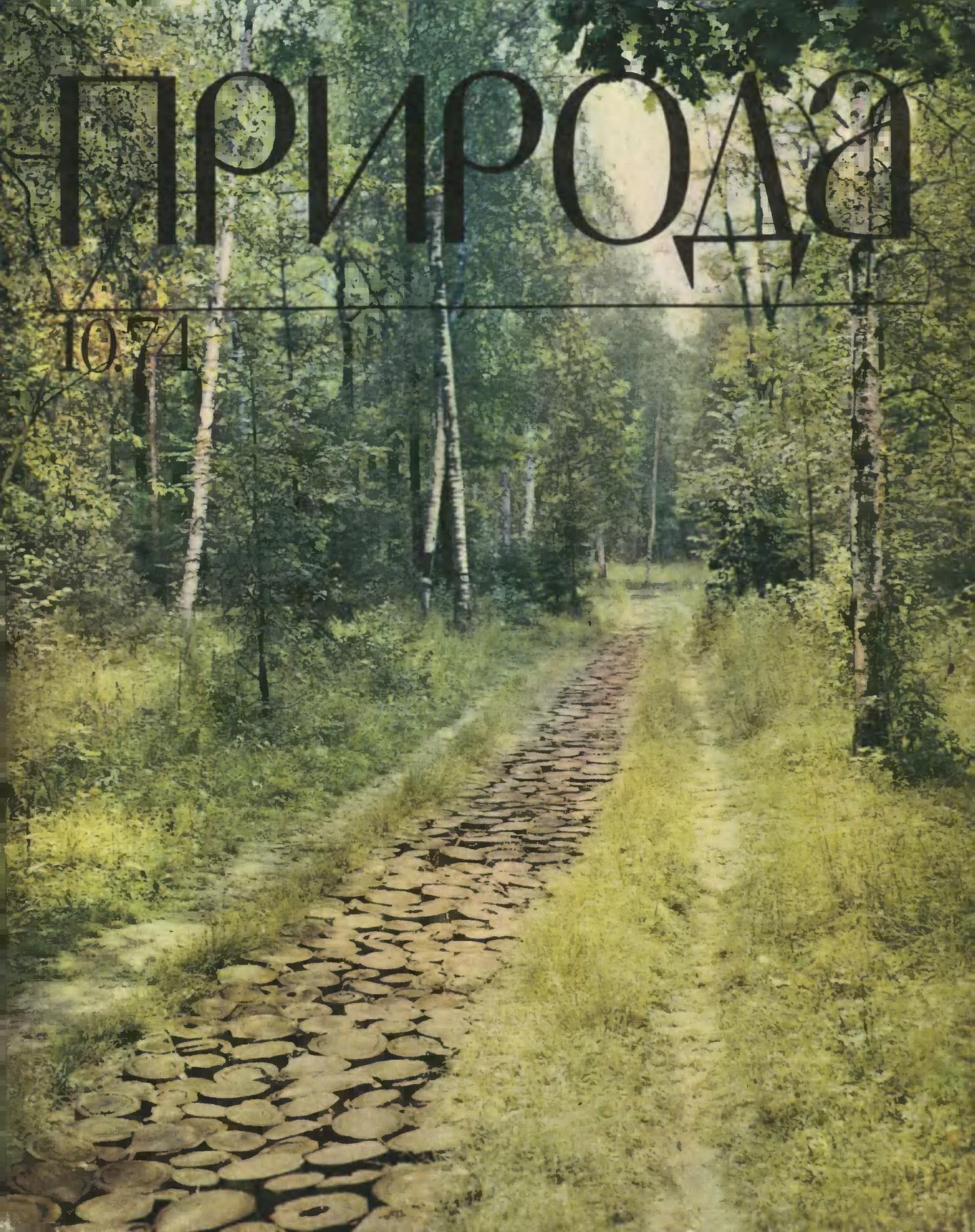


# ПРИРОДА

A photograph of a forest path paved with wooden logs, surrounded by lush green trees and undergrowth. The path leads into a dense forest of tall, thin trees, likely birches, with a thick canopy of green leaves. The ground is covered in tall grass and various forest plants. The overall scene is peaceful and natural.

10.74

Ежемесячный  
популярный  
естественнонаучный  
журнал  
Академии наук СССР

# ПРИРОДА

Основан в 1912 году



Издательство  
«Наука»  
Москва





<b>А. Н. Зелинский.</b> Экспедиция Н. К. Рериха в Центральную Азию. К 100-летию со дня рождения Н. К. Рериха	2
<b>Н. С. Казанская, В. В. Ланина, Н. Н. Марфенин.</b> Как сохранить пригородные леса?	14
<b>Г. Н. Солнцева.</b> Работа органа слуха под водой	21
<b>В. А. Зуев.</b> Медленные инфекции	26
<b>Ю. В. Меликов, А. Ф. Тулинов.</b> Ядерные столкновения и кристаллы	38
<b>И. К. Иванова.</b> Прародина человека	46
<b>Г. Г. Собанский.</b> Снежки в жизни млекопитающих	56
<b>О. Ф. Прилуцкий, И. Л. Розенталь.</b> Астрономия больших энергий	60
<b>Ф. В. Каминский, Б. И. Прокопчук.</b> Новые источники алмазов	66
<b>Ф. В. Лисовский.</b> Память на магнитных пузырьках	71
<b>А. Ю. Яковлев.</b> Загадка кейлонов	78

<b>Н. Н. Герасимов.</b> Птичий остров	86
<b>И. Д. Караченцев.</b> Заурядно ли наше место во Вселенной?	92
<b>С. Ф. Одуев.</b> Мифы против науки	96
<b>М. М. Дагаев.</b> Полное лунное затмение 29 ноября 1974 года	103
<b>НОВОСТИ НАУКИ</b>	104
<b>КНИГИ</b>	
<b>С. А. Арутюнов.</b> Антропология о происхождении славян	119
<b>В. В. Алпатов.</b> Книжка, которую не купишь	121
<b>Г. В. Красковский, Л. В. Хотылева.</b> Азбука генетики	122
<b>Н. Ф. Овчинников.</b> От Аристотеля до Галилея	123
<b>Новые книги</b>	125
<b>В КОНЦЕ НОМЕРА</b>	
<b>Ф. В. Величко.</b> Кто такие «независимые мыслители»	127

На первой странице обложки. Прогулочный маршрут по Кашинской долине. См. статью Н. С. Казанской, В. В. Ланиной, Н. Н. Марфенина «Как сохранить пригородные леса?», стр. 14.

Фото С. И. Онанова.  
На второй странице обложки. Огнива кочевников-хоров. Район хребта Дангла (Тибетское нагорье). Из находок экспедиции Н. К. Рериха. Огнива украшены медными фигурками, выполненными в традициях «звериного стиля» и наложенными на черную сыромятную кожу. На верхнем огне изображены олени самки с детенышами; над ними — бляха из восьми «счастливых знаков» буддийской религиозной орнаментики. На нижнем огне — «древо жизни», окруженное фантастическими животными. См. статью А. Н. Зелинского «Экспедиция Н. К. Рериха в Центральную Азию», стр. 2.

На четвертой странице обложки. Микрофотографии эглогита (вверху) и перидотита (внизу). Снято в поляризационном микроскопе, увелич. в 25 раз с анализатором. Эти породы, как и кимберлиты, можно рассматривать в качестве первоисточников алмазов. См. статью Ф. В. Каминского и Б. И. Прокопчука «Новые источники алмазов», стр. 66.

Редакция рукописей не возвращает.

© издательство «Наука», «Природа», 1974.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор  
академик  
Н. Г. БАСОВ  
Доктор физико-математических наук  
Е. В. АРТЮШКОВ  
Доктор биологических наук  
А. Г. БАННИКОВ  
Академик  
А. И. БЕРГ  
Академик  
А. П. ВИНОГРАДОВ  
Зам. главного редактора  
доктор физико-математических наук  
В. М. ГАЛИЦКИЙ  
Член-корреспондент АН СССР  
Б. Н. ДЕЛОНЕ  
Доктор физико-математических наук  
С. П. КАПИЦА  
Академик  
Б. М. КЕДРОВ  
Академик  
И. К. КИКОИН  
Член-корреспондент АН СССР  
Н. К. КОЧЕТКОВ  
Член-корреспондент АН СССР  
В. Л. КРЕТОВИЧ  
Доктор физико-математических наук  
Б. В. КУКАРКИН  
Доктор философских наук  
Г. А. КУРСАНОВ  
Академик  
К. К. МАРКОВ  
Доктор философских наук  
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ  
Ответственный секретарь  
В. М. ПОЛЫНИН  
Зам. главного редактора  
доктор геолого-минералогических наук  
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ  
Зам. главного редактора  
доктор биологических наук  
А. К. СКВОРЦОВ  
Доктор геолого-минералогических наук  
М. А. ФАВОРСКАЯ  
Зам. главного редактора  
кандидат технических наук  
А. С. ФЕДОРОВ  
Доктор биологических наук  
К. К. ФЛЕРОВ  
Академик  
Г. М. ФРАНК  
Член-корреспондент АН СССР  
В. Е. ХАЙН  
Академик  
Н. В. ЦИЦИН  
Доктор географических наук  
Л. А. ЧУБУКОВ  
Академик  
В. А. ЭНГЕЛЬГАРТ  
Доктор биологических наук  
А. В. ЯБЛОКОВ

Оформление П. Г. АБЕЛИНА  
Художественный редактор Д. И. СКЛЯР  
Корректоры:  
Ю. И. ГЛАЗУНОВА, Л. А. ЛЕДНИКОВА  
Адрес редакции: 113127  
Москва, М-127, ул. Осипенко, 52.  
Тел. 231-71-60, 231-76-80.

Подписано к печати 23/IX-1974 г.  
Т-13242.  
Формат бумаги 84×108/16.  
Уч.-изд. л. 17,6. Усл. печ. л. 13,44.  
Тираж 60 000 экз. Зак. 950. Бум. л. 4.

2-я типография издательства «Наука»  
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

Обложка отпечатана в Экспериментальной типографии ВНИИП.  
Москва, И-51, Цветной бульвар, 30.



# Экспедиция Н. К. Рериха в Центральную Азию

## К 100-летию со дня рождения Н. К. Рериха

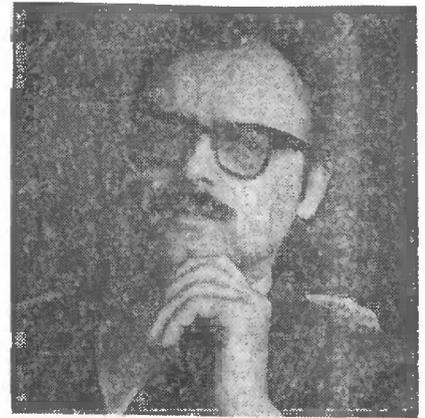
А. Н. Зелинский  
Кандидат исторических наук

28 мая 1928 г. в Дарджилинг, расположенный на южных склонах Восточных Гималаев, после нескольких лет странствований по Азии вернулась Центральноазиатская экспедиция Николая Константиновича Рериха — последняя в серии знаменитых русских центральноазиатских экспедиций, начиная с Пржевальского. «Научно-художественная экспедиция академика Н. К. Рериха в Центральную Азию, — писал старший сын художника, выдающийся русский востоковед Юрий Николаевич Рерих, — занимает особое место в истории русских центральноазиатских научных экспедиций. Во время путешествия была пересечена высокогорная часть Тибетского нагорья и прилегающая к нему с юга Гималайская горная страна. Впервые художник смог запечатлеть на своих полотнах ландшафты малодоступных и малоизвестных областей Внутренней Азии, отобразить исключительные панорамы горных стран и воплотить в художественных образах ее народные предания. Попутно велись научные наблюдения, сборы коллекций и материалов для дальнейшего изучения не только природы этих областей, но и человека в его географической и социально-экономической среде. В течение пяти лет экспедиция Н. К. Рериха, в которой мне пришлось участвовать, прошла громадный путь из

Индии на север до Алтая и снова на юг в Индию через нагорье Тибета».<sup>1</sup>

Вдохновителем и организатором этой экспедиции был выдающийся русский художник Николай Константинович Рерих, столетие со дня рождения которого исполнилось 9 октября 1974 г. Рерих был человеком универсальных интересов, энциклопедических знаний и поразительной интуиции. О Рерихе писалось много и, вероятно, будет написано еще больше, потому что каждый, кто стремился проникнуть в тайну его творчества, приоткрывал лишь какую-то одну сторону его многогранного таланта. Рерих всегда оставался русским художником, независимо от того, вдохновлялся ли он раскопками Новгородского кремля или стремился проникнуть в тайны тибетского буддизма в Гималаях. Но в пестром многообразии культур и традиций прошлого и настоящего его особенно увлекал Восток, и главным образом Центральная Азия, в которой он видел восточные истоки Древней Руси и общие корни славянского и индо-иранского мира в его совокупности.

Чем же влекла Рериха Центральная Азия и почему именно к ней на протяжении многих лет был прикован пристальный взгляд художника? Быть может, это было лишь увлечением восточной экзотикой или бегством от городской цивилизации? Или тяга к Востоку имела у Рериха какие-то глубокие корни, связанные с душевным складом и мировоззрением художника?



*Андрей Николаевич Зелинский, историк, член бюро Восточной комиссии Географического общества СССР. Работает над проблемами древних культурных связей между Востоком и Западом. Основные работы: Древние пути Памира. Древние крепости на Памире. — В сб.: Страны и народы Востока, вып. V, М., 1964; Древние памятники в Вазане. — В кн.: Доклады по этнографии, вып. 1 (4), Л., 1965.*

*Н. К. Рерих с сыновьями в Кулу. Слева направо: Ю. Н. Рерих, Н. К. Рерих, С. Н. Рерих. Фото 1933 г.*

<sup>1</sup> Ю. Н. Рерих. Экспедиция академика Н. К. Рериха в Центральную Азию (1925—1928), — «Вопросы географии», сб. 50, М., 1960, стр. 257.

Вот что об этом писал сам Рерих: «К сердцу Азии потянуло уже давно, можно сказать, от самых ранних лет. Имена Пржевальского, Потанина уже давно стали несказанными магнитами. Весь эпос монгольский, уже не говоря о сокровищах Индии, всегда привлекал. ...В семье нашей сама судьба складывала особые сношения с Азией. Постоянно появлялись друзья, которые или служили в Азии или вообще изучали ее... Каждая памятка из Азии была чем-то особенно душевным от ранних лет и на всю жизнь.»<sup>1</sup>

К мысли об экспедиции к «сердцу Азии» Рерих пришел еще в России, однако, попасть в эту «обетованную страну» он смог лишь из Индии, где прошли последние четверть века деятельности художника.

«В 1923 году Николаю Константиновичу удается осуществить свою многолетнюю мечту,— пишет в своих воспоминаниях старший сын художника Юрий Николаевич.— После больших персональных выставок в Финляндии, Швеции, Дании, Англии и США он отплывает из Франции в Индию, которая с этого времени на многие годы становится для него больше чем полем творческой деятельности, становится тем, что индийцы называют „кшетра“ — «поле делания, жизненная битва».<sup>2</sup>

В экспедиции, которая отплыла 17 ноября из Марселя на пароходе «Македония», приняла участие, помимо самого Рериха, его супруга Елена Ивановна Рерих, а также два сына художника — Юрий и Святослав, из которых Юрий, как было сказано выше, стал впоследствии крупнейшим востоковедом-тибетологом, а Святослав — не менее известным художником. Спустя две недели экспедиция достигла Бомбея, и уже в декабре того же года в Сиккиме, в Восточных Гималаях, начались первые работы.

Знакомясь с Гималаями, Рерих часто вспоминал Россию: «Кому ведомы подходы к старым монастырям и городищам Руси, тот поймет, как чувст-

вуются подходы к монастырям Сиккима. Всегда твержу: если хотите увидеть прекрасное место, спросите, какое место самое древнее. Умели эти незапамятные люди выбирать самые лучшие места.»<sup>1</sup> Много таких мест запечатлел Рерих на своих полотнах во время экспедиции по Сиккиму, что послужило началом «гималайского периода» в его творчестве. «Два мира выражены в Гималаях,— писал Рерих о Сиккиме.— Один — мир земли, полный здешних очарований. Глубокие овраги, затейливые холмы столпились до черты облаков. Крутятся дымы селений и монастырей. По возвышениям пестрят знамена, субурганы или ступы... Поверх сумрака, поверх волн облачных сияют яркие снега. Бесконечно богато возносятся вершины — ослепляющие, труднодоступные. Два отдельных мира, разделенных мглою.»<sup>2</sup>

Экспедиция Рериха проработала в Сиккиме около года, занимаясь сбором этнографических коллекций и предметов тибетского искусства. Результатом этих работ, помимо многочисленных сиккимских эскизов Рериха, явилось уникальное собрание тибетских писанных образов, часть которых вошла в первую книгу Ю. Н. Рериха — «Тибетская живопись», — вышедшую в 1925 г. в Париже<sup>3</sup>. Кроме того, в Сиккиме молодой ученый получил первую практику разговорного тибетского языка, что послужило в дальнейшем немалую службу экспедиции.

Но Сикким был лишь подготовкой к грандиозному путешествию — своего рода круговой экспедиции через всю Центральную Азию и Тибетское нагорье с обратным выходом в Индию; идею такого путешествия Рерих вынашивал уже не один год. В самом деле, дважды пересечь Тибетское нагорье, пройти по ряду труднодоступных маршрутов, где еще не ступала нога европейских путешественников, охватить кольцом исследованных самые глубинные районы Центральной Азии, от Алтая на севе-

ре до Гималаев на юге,— это был план, достойный такого человека, каким был Рерих, умевший сочетать чувство прекрасного с непреклонностью в достижении поставленных перед собой целей.

Ранней весной 1925 г. Рерих перебазировал свою экспедицию из Дарджилинга в Западные Гималаи, в Сринагар. Древний центр караванных путей Азии и один из главных очагов буддийской культуры в Индии при кушанах (I—III вв. н. э.) — Кашмир, естественно, не мог не привлекать Рериха как с историко-культурной, так и с чисто художественной стороны. Но художник не мог задерживаться в Кашмире. В разгаре была весна, а экспедиции предстоял длинный и трудный путь.

Какие же цели ставила перед собой экспедиция Рериха, отправляясь из Сринагара в неизведанные глубины Азии? Вот что сам он писал об этом позднее: «Конечно, мое главное устремление как художника было к художественной работе. Трудно представить себе, когда удастся мне воплотить все художественные заметки и впечатления — так щедрты эти дары Азии... Кроме художественных задач, в нашей экспедиции мы имели в виду ознакомиться с положением памятников древностей Центральной Азии, наблюдать современное состояние религии, обычаев и отметить следы великого переселения народов. Эта последняя задача издавна была близка мне... Сибирские древности, следы великого переселения в Минусинске, Алтае, Урале дают необычайно богатый художественно-исторический материал для всего общеевропейского романа и ранней готики.»<sup>4</sup> Помимо этого, экспедиция занималась лингвистическими и антропологическими наблюдениями, а также сбором минералогических и особенно ботанических коллекций, связанных с изучением тибетской фармакопеи. На базе этих комплексных работ в 1929 г. в Западных Гималаях (долина Кулу) Рерихом был основан Институт гималайских исследований.

В августе 1925 г. караван экспеди-

<sup>1</sup> Н. К. Рерих. Очерк «Азия» (1937 г.).— Архив П. Ф. Беликова. Таллин.

<sup>2</sup> Ю. Н. Рерих. Листки воспоминаний.— В кн.: Приключения в горах, кн. I, М., 1961, стр. 55.

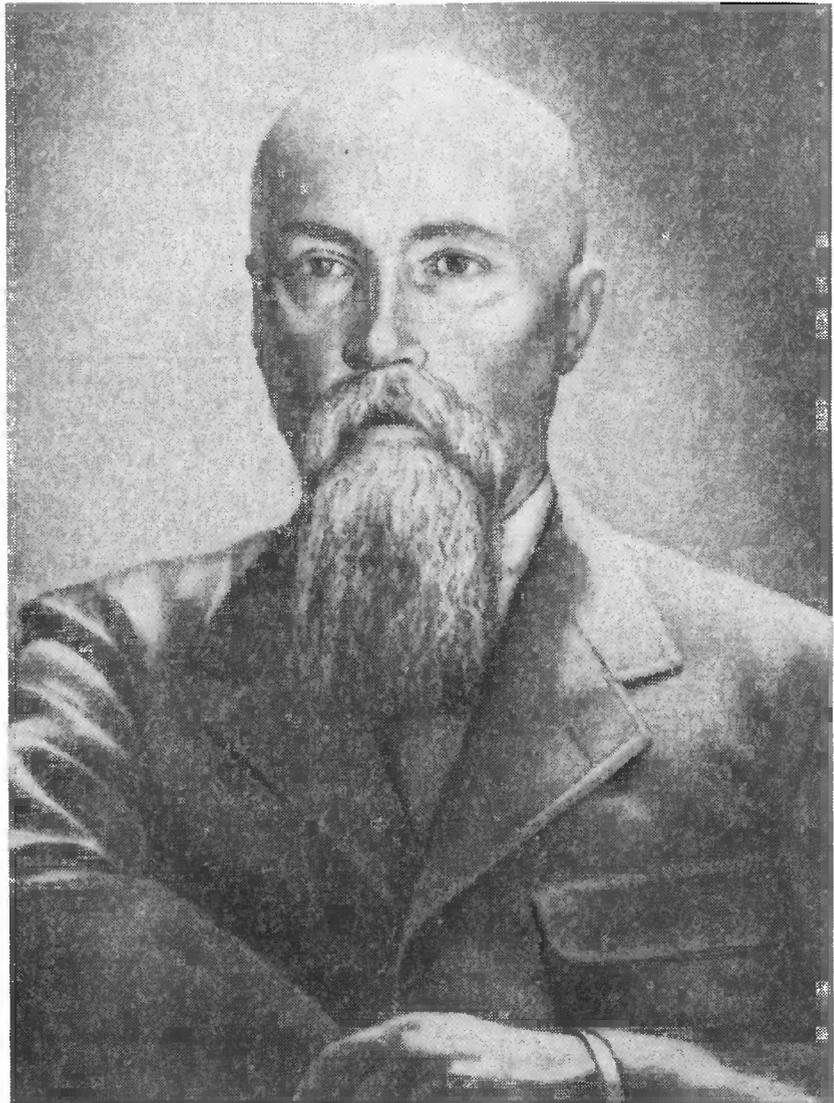
<sup>1</sup> Цит. по: П. Ф. Беликов, В. П. Князев, Рерих. М., 1972, стр. 161.

<sup>2</sup> Цит. по: Ю. Н. Рерих. Листки воспоминаний, стр. 55—56.

<sup>3</sup> G. N. Roerich. Tibetan Painting. P., 1925.

<sup>4</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии. Нью-Йорк, 1929, стр. 11.

*Николай Константинович Рерих.*  
27 сентября (9 октября) 1874—  
13 декабря 1947.



ции выступил из Кашмира в Ладакх по древней караванной дороге Сринагар — Лех. За перевалом Зоджи (3529 м) путешественники вступили в горную страну, изобилующую памятниками буддийской культуры.

Более двух месяцев провел Рерих в Ладакхе, написав серию картин, посвященную буддийским монастырям, и занимаясь изучением памятников тибетской живописи и скульптуры. В самом Лехе, древней столице Ладакха, экспедиция провела несколько дней в знаменитом семиэтажном дворце Гиальпо, построенном правителями Ладакха в начале XVII в. по

образцу Поталы — знаменитого дворца далай-лам в Лхасе.

В одной из долин близ Леха экспедиция обнаружила интересные каменные надгробия с восьмиконечными мальтийскими крестами и согдийскими надписями, которые Ю. Н. Рерих отнес к VIII—IX вв. и связал с кочевым несторианским населением этого горного района. Вообще в Кашмире и Ладакхе экспедицией был собран ряд любопытных христианских легенд апокрифического характера, которые до сих пор широко бытуют среди мусульманского и буддийского населения этих мест.

Ладакх оказался интересен и своими древними женскими буддийскими монастырями, и редкими фресками Гэсэр-хана — знаменитого героя средневекового центральноазиатского эпоса, и, наконец, изумительной резбой по дереву, принесенной сюда кашмирскими мастерами, бежавшими от мусульманских завоевателей.

Приближающаяся осень заставила экспедицию покинуть гостеприимный Ладакх. Начинался весьма ответственный этап пути: далекий маршрут из Ладакха в Хотанский оазис по одной из самых высоких караванных дорог мира.



*Дом Н. К. Рериха в долине Кулу, в котором он жил с 1929 по 1947 г.*

*Институт гималайских исследований, основанный Н. К. Рерихом в 1929 г. в долине Кулу (Западные Гималаи).*

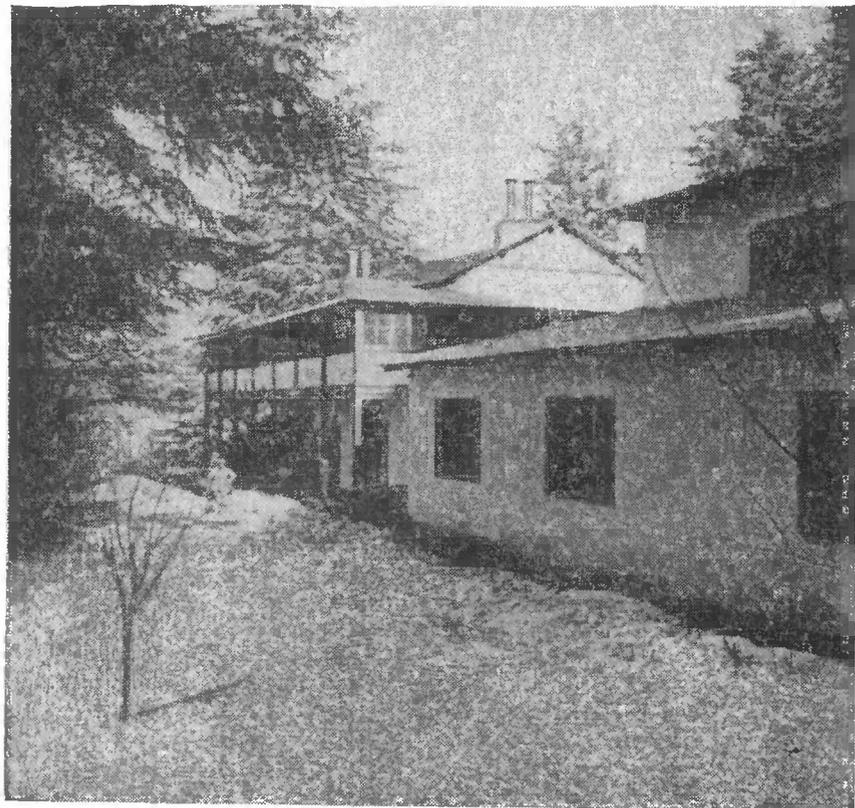
...Экспедиция шла по Великому Каракорумскому пути — по пути буддийских паломников и торговцев шелком, с глубокой древности непосредственно связывавшему Северную Индию с Восточным Туркестаном. К востоку от этого пути — вплоть до верховьев Салузна, Меконга и Янцзы — не существует ни одного удобного горного маршрута, который перерезал бы в меридиональном направлении Тибетское нагорье между Индией и внутренними районами Центральной Азии. До экспедиции Рериха из русских исследователей этим маршрутом прошли немногие; одним из них был В. Ф. Новицкий (в 1898 г.)<sup>1</sup>.

Труден был этот переход для экспедиции Рериха. На перевале Сассер, одном из самых тяжелых на этом пути, лошадь Юрия Николаевича едва не соскользнула в пропасть вместе со своим седоком. Каракорум («Черная осыпь») был самым высокогорным перевалом (5575 м над ур. м) из всех перевалов, преодоленных экспедицией на пути через Каракорумский хребет. «Рассказать красоту этого многодневного снежного царства невозможно, — вспоминал позднее Рерих. — Такое разнообразие, такая выразительность очертаний, такие фантастические города, такие многоцветные ручьи и потоки и такие памятные пурпурные и лунные скалы».<sup>2</sup>

В Хотанском оазисе, древнем царстве нефрита и шелка, экспедиция Рериха смогла, наконец, получить пе-

<sup>1</sup> В. Ф. Новицкий. Из Индии в Фергану. СПб., 1903.

<sup>2</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 29.



редышку после трудного и длительного перехода. Хотан, лежащий на южной ветви Великого Шелкового пути, был древнейшим центром индийских колоний и буддийской культуры на территории Восточного Туркестана, и его древности, естественно, привлекли внимание путешественников. Древние памятники Хотана и его окрестностей были впервые отмечены Пржевальским (1883), после чего исследовались известным шведским путешественником С. Гедином (1896) и в особенности венгерским исследователем Центральной Азии А. Стейном (1901).

Рерих намеревался провести раскопки в Йоткане, на территории старого Хотана, где А. Стейн сделал ряд интересных находок. Однако местные власти запретили экспедиции проводить какие бы то ни было археологические раскопки, поэтому Рериху пришлось ограничиться археологической разведкой древних буддийских памятников, превращенных позднее в мусульманские мазары. Более того, власти Хотана задерживали, без всякого на то права, экспедицию Рериха в этом городе с октября 1925 г. по январь 1926 г., когда, без содействия советского консула в Кашгаре, экспедиция смогла, наконец, двинуться в дальнейший путь<sup>1</sup>. Вспоминая о вынужденном сидении в Хотане, Рерих писал: «Ясно, что места, подобные Хотану, изжили все свои старые соки и могут обновиться лишь коренным потрясением. Китайцы сидят за глиняными стенами старого города. Кооперации с населением у них нет. Они остались случайными пришельцами, угнетателями и не думают помочь стране хотя бы каким-нибудь улучшением»<sup>2</sup>.

Непредвиденная задержка в Хотане не обескуражила Рериха. Приспособив под мастерскую загородный дом афганского торгового старшины, Рерих пишет в Хотане серию картин «Майтрея», на полотнах которой изображает мир буддийских легенд в обрамлении суровой природы западной части Тибетского нагорья. Эта тема, связанная с буддийской эсхато-



*Дж. Неру и Н. К. Рерих в Кулу. Фото 1942 г.*

логией (т. е. учением о конце Вселенной) и с приходом легендарного царства Шамбалы, которое поведет последнюю борьбу против мировых сил зла, постоянно занимала воображение художника и получала разнобразное символическое воплощение на целом ряде его полотен. С другой стороны, эта проблематика в представлениях тибетских и монгольских кочевников была тесно связана с древним кочевым эпосом под названием «Гэсэриада», который французский востоковед С. Леви справедливо назвал «Илиадой Центральной Азии». И, конечно, не случайно этот древний эпос кочевых народов, осложненный буддийскими представлениями о периодически повторяющихся мировых катаклизмах, привлек внимание Рериха и дал в руки художника, одаренного необычайным творческим воображением, со-

вершенно уникальный по своему содержанию материал.

Вырвавшись из Хотана в конце января 1926 г., экспедиция через Яркенд и Кашгар двинулась вдоль некогда знаменитого Великого Шелкового пути по направлению к столице Синьцзяна г. Урумчи. Дорога шла через древние оазисы, где на протяжении почти тысячелетия, начиная с первых веков н. э., процветала буддийская культура, занесенная пришельцами из Индии и уничтоженная позднее мусульманскими завоевателями.

Описывая этапы этого пути и свое впечатление от состояния памятников древних культур, Рерих с болью отмечал: «Большинство буддийских памятников в мусульманских землях подвергались и сейчас подвергаются иконоборческому изуверству. Для уничтожения изображений разводятся в пещерах костры, или лица, где может достать рука, тщательно выцарапываются ножами. Мы видели следы подобных уничтожений»<sup>1</sup>. Однако впечатление от памятников буддийской культуры этих мест, несмотря на разрушения, было огромным и послужило сюжетом для ряда его полотен.

«От Кучар к Карашару мы уже не расстаемся с буддийскими древностями,— писал он в своем дневнике.— По левую сторону пути, в дымке появляются отроги великолепного Тянь-Шаня — небесных гор. Кто-то оценил их воздушно-голубые тона и назвал их правильно. В этих горах уже находятся и постоянные и кочевые монастыри калмыков... По пути к нам подъезжают всадники уже на калмыцких седлах и заговаривают с Юрием и нашим лямом»<sup>2</sup>.

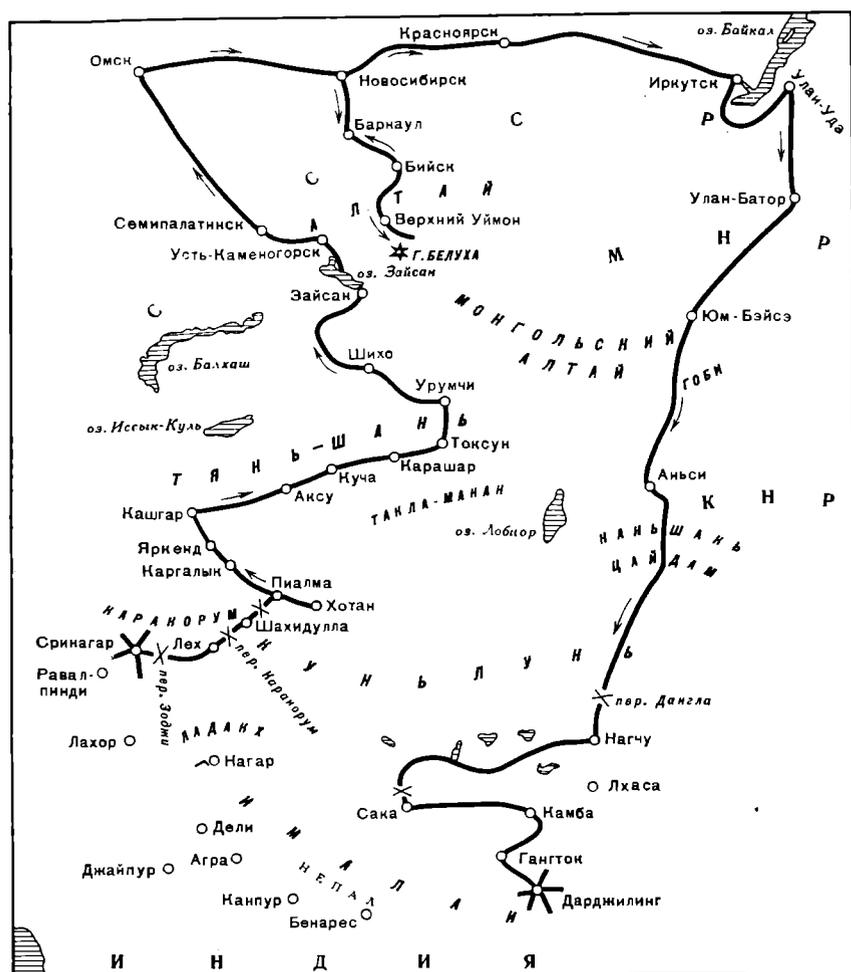
Из-за сложного внутривосточного положения на границе Синьцзяна с Ганьсу Рерих был вынужден отказаться от посещения знаменитого Дуньхуана с его пещерами «Тысячи будд» — крупнейшего средневекового центра буддийской культуры в Центральной Азии, расположенного в предгорьях Наньшаня и тщательно обследованного в 1914—1915 гг. русской археологической экспедицией С. Ф. Ольденбурга.

<sup>1</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 36.

<sup>2</sup> Там же, стр. 37.

<sup>1</sup> П. Беликов, В. Князева. Рерих. М., 1972, стр. 174—175.

<sup>2</sup> N. K. Roerich. *Alfai-Himalaya*. N. Y., 1929, p. 194—195.



Карта-схема маршрута экспедиции Н. К. Рериха по Центральной Азии.

Проведя почти целый год в Синьцзяне, экспедиция Рериха весной 1926 г. поворачивает из Урумчи на север и 29 мая того же года переходит у оз. Зайсан советскую границу. Долгожданная встреча с Родиной состоялась, и 13 июня Рерих с членами своей семьи был уже в Москве. Встретившись в столице с Г. В. Чичериным и А. В. Луначарским и оставив в Москве серию картин «Майтрея», Рерих, не помышляя об отдыхе, готовится к продолжению центрально-азиатской экспедиции, отправным пунктом которой на этот раз должна была стать Урга, переименованная в 1924 г. в Улан-Батор.

На пути в Монголию в августе 1926 г. Рерих с семьей специально посещает Алтай. «Для Николая Константиновича,—вспоминал позднее его старший сын Юрий Николаевич,—Алтай на севере и Гималаи на юге были как бы полюсами единого грандиозного горного мира. Недаром дневники экспедиции, куда он заносил свои мысли, родившиеся во время странствования, были названы им «Алтай—Гималаи»... Характерно, что снежная вершина Гэпанг, возвышающаяся над избранной Николаем Константиновичем для многих лет жизни долиной Кулу в Западных Гималаях, своими очертаниями живо напоминает далекую северную Белуху»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ю. Н. Рерих. Листки воспоминаний, стр. 57—58.

«Приветлива Катунь, звонки синие горы,—вспоминал об этой поездке художник.—Бела Белуха. Яркие цветы и упоительны зеленые травы и кедры. Кто сказал, что жесток и неприступен Алтай? Чье сердце убоилось суровой мощи и красоты? Семнадцатого августа видели Белуху, и было так чисто и звонко. Прямо Звенигород»<sup>1</sup>.

Рерих глубоко вникает в историю и археологию Алтая, встречается со староверами, записывает безвозвратно уходящие в прошлое древние поверья и легенды. Он узнает, как староверы Алтая в поисках сказочного Беловодья доходили вплоть до Тибетского нагорья. Но эта увлеченность старым не мешает Рериху увидеть и оценить ростки новой жизни, почувствовать в Алтае неисчерпаемые возможности настоящего и будущего развития. «Эта строительная хозяйственность,—пишет он,—нетронутые недра, радиоактивность, травы выше всадника, лес, скотоводство, гремящие реки, зовущие к электрофикации,—все это придает Алтаю незабываемое значение»<sup>2</sup>.

Из Алтая через Барнаул, Новосибирск и Иркутск экспедиция Рериха переправляется в Монголию, в Улан-Батор, который становится базой для дальнейшего пути через Хангай и Монгольскую Гоби к Тибетскому нагорью. На этом, втором и важнейшем, этапе Рерих во исполнение задуманного плана поставил перед экспедицией труднейшую задачу: пересечь с севера на юг все Тибетское плато с заходом в Лхасу и выходом в Индию. Эта задача осложнялась тем, что достаточно точных карт, по которым можно было бы твердо наметить весь предполагаемый маршрут, не существовало. Поэтому необходимо было прибегнуть к распросным данным, а они далеко не всегда согласовывались между собой. Поэтому выбор главного направления пути, за исключением особых случаев, оставался за Рерихом как начальником всей экспедиции. Еще одна сложность заключалась в том, что хорошо известный путь из Монголии к Тибетскому нагорью через Ала-

<sup>1</sup> Цит. по кн.: П. Ф. Беликов, В. П. Князев. Рерих, стр. 180.

<sup>2</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 43.

шаньские горы (путь Н. М. Пржевальского и П. К. Козлова) был закрыт из-за политической обстановки в Китае, а удобный путь по реке Эдзин-Гол (путь Чингисхана на тангутов) был перерезан разбойничьими бандами. Остался третий путь — через почти не изученную юго-западную часть Гоби по маршруту Урга—Юм-Бэйсэ—Аньси, известному только ограниченному кругу тибетских торговцев и монгольских лам, идущих на поклонение в Лхасу. Этот единственно возможный путь и был выбран экспедицией Рериха.

Готовясь к самому трудному этапу своей экспедиции, Рерихи ближе знакомились с жизнью и бытом караванщиков и торговцев, как монголов, так и тибетцев, которые претерпевали невероятные лишения, прокладывая дорогу по не защищенной от губительного ветра пустыне Гоби. «Это нельзя объяснить только соображениями личной выгоды,— писал по этому поводу Ю. Н. Рерих,— ибо торговля между Монголией и Тибетом никогда не достигала широкого размаха. Объяснение этому стремлению в пустыню следует искать в самой природе пустыни, которая проявляет непостижимое, почти сверхъестественное воздействие на каждого, кто хоть раз побывал в ее необозримых просторах. Море неотступно влечет к себе моряка, но пустыня покоряет сердце караванщика, который вновь и вновь возвращается в ее незабываемые бесконечные просторы»<sup>1</sup>.

Осень и зима прошли в изучении памятников монгольской культуры и в подготовке к экспедиции, а весной 1927 г. Рерих покинул полюбившийся ему Улан-Батор, держа путь через хребет Хангай по направлению к Гоби. Из Улан-Батора с караваном пошли в далекий маршрут две девушки из казачьей семьи — Людмила и Рая Богдановы, которые оказались верными спутницами экспедиции и мужественно переносили вместе с другими все трудности и лишения этого нелегкого пути.

Свыше 600 км до пограничного монгольского пункта — буддийского монастыря Юм-Бэйсэ экспедиция с

невероятными трудностями проделала на машинах. Однако от дальнейшего пересечения пустыни Гоби на машинах пришлось отказаться. Древний верблужий транспорт в этих условиях был куда надежнее, и от Юм-Бэйсэ до Сиккима в Индии экспедиция Рериха уже не расставалась с верблюдами. Отсутствие точных сведений о пути от Юм-Бэйсэ до Аньси заставило Рериха положиться на старого ламу-проводника, который благополучно и кратчайшим путем вывел экспедицию через Гоби к северным склонам Наньшаня.

Во время перехода через Монгольскую Гоби Рерих и его спутники особое внимание обратили на небольшие оазисы этого отдаленнейшего от центров современной культуры района. Эти оазисы, «расположенные в горных массивах Монгольской Гоби,— писал Ю. Н. Рерих,— представляют большой интерес как центры расселения кочевого населения в гобийских районах и в древности играли значительную роль в жизни кочевых государственных образований»<sup>1</sup>. За время стоянки в Цайдаме, где экспедиция провела несколько месяцев, удалось собрать уникальный лингвистический материал по неизученному наречию дэд-монголов (хошутов), тангутов-амдосцев, а также их соседей — бананов и воинственных голоков. Изучалась флора и фауна Цайдама. Не менее интересными были и путевые этнографические наблюдения, особенно если учесть, что обычаи монгольских племен Цайдама почти не изучались. «В одиноких юртах кукунорских монгол,— отмечал художник,— особенно поражает бедность обиходной утвари. Костюмы их очень эффектны. Их кафтаны напоминают своими живописными складками итальянские фрески Гоццолы. Женщины с многими косичками, с бирюзой и серебром ожерелий, в их красных конических шапочках необыкновенно декоративны»<sup>2</sup>.

Осенью 1927 г. экспедиция в полном составе выступила из Цайдама в дальнейший путь на Тибетское на-

горье. Рериху предстояло пересечь Чангтан, суровую горную страну площадью свыше 500 тыс. квадратных километров, которая и по сей день остается одной из наименее исследованных частей Азии. Северотибетское нагорье Чангтан является обширной областью внутреннего стока со средней высотой 4500 м над ур. м., т. е. на 500 м выше средней высоты Восточного Памира, близкого к нему по характеру сглаженного рельефа и по высокогорной степной растительности. Из русских путешественников северотибетское нагорье было исследовано (в своей западной части) только Первой Тибетской экспедицией Н. М. Пржевальского (1879—1880), по маршруту которого должна была теперь двигаться экспедиция Рериха.

Путь Рериха от перевала Нейджи до Нагчу совпадал также с путем Г. Ц. Цыбикова в Лхасу во время его экспедиции в Тибет в 1899 г., совершенной по поручению Русского географического общества<sup>1</sup>. По этому же, хорошо известному в Тибете пути бежал из Лхасы в Ургу во время вторжения англичан в Тибет летом 1904 г. 13-й далай-лама — Тубданычжяццо.

Накануне отправления каравана экспедиции, которая стояла на высокогорных пастбищах реки Шара-Гола, произошел эпизод, о котором Рерих повествует в следующих словах: «Под вечер со стороны гор во весь мах прискакал необычайно богато одетый монгол. Его златотканое одеяние, новая желтая шапка с красными кистями были необыкновенны. Он быстро вошел в первую попавшуюся палатку, оказавшуюся палаткой доктора, и начал спешно говорить нам, что на перевале Нейджи нас ждут 50 враждебных всадников. Он советует идти осторожно и высылать передовые дозоры. Так же быстро, как вошел, он вышел и ускакал, не называя своего имени»<sup>2</sup>.

И действительно, на подходе к перевалу Нейджи экспедиция подверглась нападению хорошо вооруженного отряда воинственных кочевни-

<sup>1</sup> G. N. Roerich. Trails to Inmost Asia. L., 1931, p. 171.

<sup>1</sup> Ю. Н. Рерих. Экспедиция академика Н. К. Рериха в Центральную Азию (1925—1928).— «Вопросы географии», сб. 50. М., 1960, стр. 259.

<sup>2</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 54.

<sup>1</sup> Г. Ц. Цыбиков. Буддист паломник у святынь Тибета. Пг., 1919 стр. 75—80.

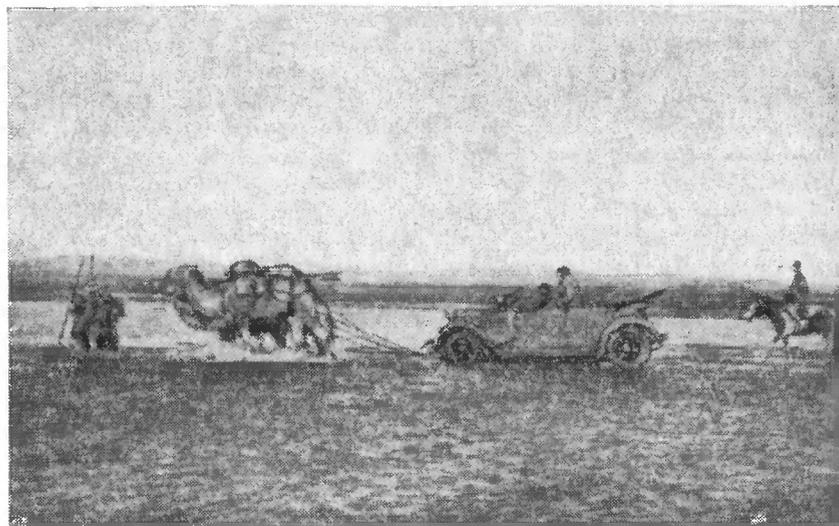
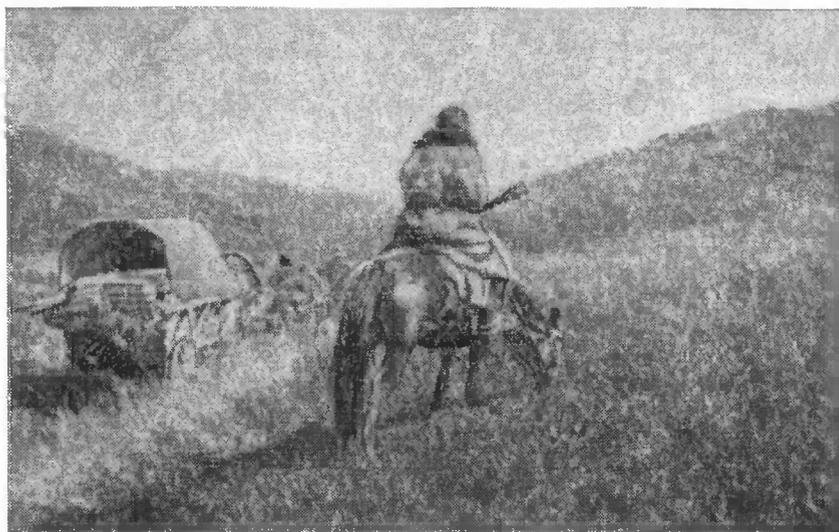
<sup>2</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 57—58.

ков-голоков, и только благодаря своевременному предупреждению и выдержке ее участников, вовремя занявших оборону на вершине перевала, это неожиданное нападение было отбито. Преодолев хребет Марко Поло, экспедиция благополучно вступила на Тибетское плато. Однако самые большие трудности ждали путешественников впереди.

Пробившись через тяжелый перевал Дангла (4993 м над ур. м.), экспедиция Рериха спустилась в бассейн реки Нагчу (верховья Салуэна), где в урочище Чунаркэн была неожиданно остановлена крупными силами тибетцев из племени хор-па, действующих по указанию чиновников из Нагчу. Последние, в свою очередь, ссылались на постановление лхасских властей о закрытии этого района для иностранцев, которое действительно существовало в Тибете начиная с 1792 г.

Паспорт, выданный Рериху представителем Лхасы в Улан-Баторе, был объявлен недействительным. Письма Рериха в Лхасу также не возымели никакого действия и остались без ответа. Участники экспедиции оказались вынужденными провести суровую и исключительно снежную зиму 1927/28 гг. в крайне тяжелых условиях на высоте 5 тыс. м над ур. м. Об этих месяцах, которые могли оказаться для экспедиции последними, Рерих писал в своем дневнике: «Кончались лекарства, кончалась пища. На наших глазах погибал караван. Каждую ночь иззябшие, голодные животные приходили к палаткам и точно стучались перед смертью. А наутро мы находили их павшими тут же около палаток, и наши монголы оттаскивали их за лагерь, где стаи диких собак, кондоров и стервятников уже ждали добычу. Из ста двух животных мы потеряли девяносто двух. На тибетских погорьях осталось пять человек из наших спутников... Даже местные жители не выдерживали суровых условий. А ведь наш караван помещался в летних палатках, не приготовленный к зимовке в Чантанге, который считается наиболее суровой частью Азии»<sup>1</sup>.

Здесь уместно вспомнить, что в



этом же самом районе, между Нагчу и перевалом Дангла, в конце 1879 г. была вынуждена повернуть назад экспедиция Н. М. Пржевальского во время его неудавшейся попытки пройти к Лхасу<sup>1</sup>. Но если экспедиция Пржевальского простояла у г. Бумза 18 дней в ожидании решения лхасских властей, то Рерих ждал этого решения целых пять месяцев, будучи при этом полностью блокирован тибетцами.

<sup>1</sup> Н. М. Пржевальский. Третье путешествие в Центральной Азии. Из Зайсана через Хами в Тибет на верховья Желтой реки. СПб., 1883, стр. 273—277.

Но случилось так, что эта зимовка, которая едва не погубила экспедицию, оказалась наиболее плодотворным периодом для ценных наблюдений и научных открытий. Превозмогая труднейшие условия, Рерих не терял присутствия духа, продолжая работать и вселяя бодрость в уцелевших участников экспедиции. Правой рукой его во всем был старший сын Юрий, который благодаря великолепному знанию тибетских наречий и общительному характеру быстро приобрел популярность среди местных тибетцев. Именно за этот период Юрию Николаевичу удалось собрать ценный материал о кочевниках хор-па, гово-

<sup>1</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 61.

*Слева, вверху*

*Караван экспедиции Н. К. Рериха пересекает Джунгарию. 1926 г.*



родственного древней скифской культуре южнорусских и центрально-азиатских степей. Говоря об этом своеобразном стиле, Ю. Н. Рерих писал: «Трудно сказать, связан ли «звериный стиль» с каким-либо определенным этническим типом людей. Я склонен считать, что он возник у кочевников и охотничьих племен разных этнических групп, но живущих в среде, имеющей много общего, ибо только так мы сможем объяснить широкое распространение «звериного стиля» от границ Южной России до границ Китая и от сибирской тайги до величественных вершин Трансгималаев в Тибете»<sup>1</sup>.

Открытие «звериного стиля» у тибетских кочевников явилось еще одним веским свидетельством в пользу теории об определенном единстве древних кочевых культур, занимавших некогда обширные пространства Великой евразийской степи<sup>2</sup>. «Ни влияние Лхасы, ни мощное культурное давление Китая,— писал Ю. Н. Рерих,— не сумели уничтожить пережитки древнего кочевого искусства тибетских племен. Тибетец-кочевник еще и поныне вдохновляется окружающей природой и следует заветам „звериной“ орнаментики»<sup>3</sup>.

После пяти месяцев вынужденной стоянки экспедиция получила, наконец, разрешение продолжать путь на юг, однако в обход Лхасы. Этот путь пролегал по местности, не затронутой европейскими экспедициями и почти не известной географической науке.

Рерих шел теперь по Великому пути паломников, идущему из Нагчу на запад через области Намру и Нагчан к священной для тибетцев горе Кайлас, лежащей к северо-западу от озера Маносаровар. По мнению Ю. Н. Рериха, это был древний кочевой путь, по которому кочевники Кукунора и верховьев Желтой реки принесли на дальний запад тибетского нагорья свою исконную кочевую культуру с племенным эпосом и «звериным стилем».

<sup>1</sup> Там же, стр. 367.

<sup>2</sup> П. Н. Савицкий. О задачах кочевниковедения. Почему скифы и гунны интересны для русского. Прага, 1928.

<sup>3</sup> Ю. Н. Рерих. Звериный стиль у кочевников Северного Тибета. Прага, 1930, стр. 19.

*Слева, внизу*

*Экспедиция Н. К. Рериха в Монголии. 1926 г.*



*Справа, вверху*

*Гибель каравана экспедиции Н. К. Рериха в урочище Чунаке, к югу от хребта Дангла (Тибетское нагорье). 1927 г.*

*Справа, внизу*

*Лагерь экспедиции Н. К. Рериха в урочище Чунаке. 1927 г.*

рассказах на крайне архаичном наречии тибетского языка. В бонском монастыре в Шаругене им было обнаружено многотомное рукописное собрание текстов буддийской религии Тибета — древней и во многом загадочной веры под названием «бон».

Часть этих рукописей была посвящена бонской версии знаменитой Гэсэриады, которую Ю. Н. Рериху доводилось слушать непосредственно из уст тибетских кочевых рапсодов. «Я помню эти сидящие фигуры и сосредоточенные лица, освещенные пламенем костра,— писал он об этом,— и затянувшиеся до полуночи

рассказы о героических подвигах царя Гэсэра и его семи воинственных друзей. В эти моменты обычно равнодушное выражение лица кочевника внезапно загорается внутренним огнем, который говорит больше, чем слова, о том, что их древний воинственный дух еще живет в них до сих пор»<sup>1</sup>.

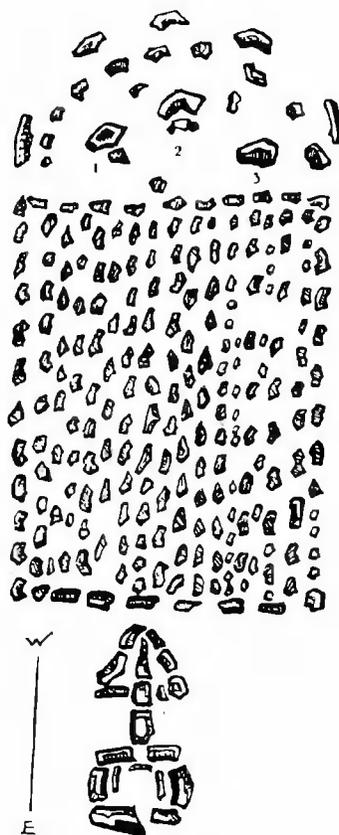
Однако самым большим открытием экспедиции в этот период было обнаружение в художественной орнаментике и убранстве оружия кочевников на севере Тибетского нагорья так называемого «звериного стиля»,

<sup>1</sup> G. N. Roerich. Trails to Inmost Asia, p. 345.

Во время следования по этому пути экспедицией было обнаружено и нанесено на карту много новых археологических памятников, которые еще ждут своих исследователей. Среди них большой интерес представляют мегалитические каменные сооружения типа менгиров и кромлехов в урочище Доринг («Длинный камень»), к югу от озера Пангок, впервые обнаруженные на Тибетском нагорье и свидетельствующие о весьма древнем заселении этой горной страны. «Вы можете представить себе,— писал Рерих,— как замечательно увидеть эти длинные ряды камней, эти каменные круги, которые живо переносят вас в Карнак, Бретань, на берег океана. После долгого пути доисторические друиды вспоминали свою далекую родину. Древнее Бонпо, может быть, как-то связано с этими менгирами. Во всяком случае, это открытие завершило наши искания следов движения народов»<sup>1</sup>.

Здесь же, в урочище Доринг, экспедиция обнаружила совершенно необычный для этих мест женский головной убор, представляющий собой ярко выраженный славянский кокошник красного цвета, украшенный бирюзой, серебряными монетами или унизанный бусами. В области Шенза-Дзонга (Сенджа.— А. З.), в Трансгималае, Рериху удалось найти древние могилы, напоминавшие алтайские погребения и могилы южных степей. «Жаль, что в Тибете невозможна раскопка, ибо говорится, что будто бы Будда запретил трогать недра земли»<sup>2</sup>.

Дойдя до соленого озера Теринам, экспедиция круто повернула на юг и через перевал Сангмо-Бертик (5818 м над ур. м.) пересекла Трансгималаи, открытые С. Гедином в 1907 г. и образующие водораздел между Индийским океаном и бессточным районом Внутренней Азии. Спустившись к верховьям Цангпо (Брахмапутра), экспедиция зафиксировала в районе озера Лапчунг последнюю группу мегалитических памятников. Мегалиты, обнаруженные Рерихом, значительно расширили известную до сих пор в науке зону их распространения в этих



Мегалитический памятник в урочище Доринг в области Великих озер (Тибетское нагорье). 1—3 — Менгиры. Каменная стрела внизу — древний знак небесного огня.

Рис. Ю. Н. Рериха.

районах. Следует отметить, что аналогичные мегалитические памятники были позднее открыты известным итальянским исследователем Тибета Дж. Туччи в Западном Непале.

20 апреля 1928 г. Рерих достиг селения Сака (Сага-дзонг), находящегося на караванном пути Рудок — Лхаса, а еще пять дней спустя путешественники смогли, наконец, разбить лагерь на берегах долгожданной Брахмапутры.

Переправившись на правый берег великой реки на большой квадратной лодке с причудливой головой деревянной лошади на носу, Рерих направил экспедицию в сторону Тингри.



Бронзовая посеребренная пряжка с изображением льва. Нагрудный знак, выполненный в традициях тибетского «звериного стиля», родственного знаменитому скифо-сибирскому «звериному стилю», распространенному в скифскую эпоху от южнорусских до центральноазиатских степей. Найдена экспедицией Н. К. Рериха на северо-востоке Тибетского нагорья.

«Есть какая-то большая грусть в пейзаже равнины, ведущей в сторону Тингри,— писал Ю. Н. Рерих.— Повсюду руины, руины и руины. Бывшие замки, обезлюдевшие деревни, остовы зубчатых стен. Скалистые голые холмы по обеим сторонам долины только усиливают это ощущение полной заброшенности. И поверх этих картин разрушения возвышаются могучие сверкающие снежные вершины Гималаев, этого драгоценного ожерелья Азии»<sup>1</sup>.

С районом Тингри и областью к юго-западу от него связана жизнь Миларайбы, знаменитого буддийского подвижника и религиозного учителя Тибета первой половины XI в. «К югу от Тингри,— пишет Ю. Н. Рерих,— в почти недоступных горных ущельях, ведущих в сторону самого высокого места на Земле, где вздымаются в небеса, как бы соревнуясь друг с другом, снежные громады Эвереста, Макалу и Гауризанкара, еще и поныне живут отшельники, ревностные служители тайны Миларайбы, передаваемой друг другу через поколение учителей»<sup>2</sup>. Слава об этом районе

<sup>1</sup> G. N. Roerich. Trails to Inmost Asia, p. 466.

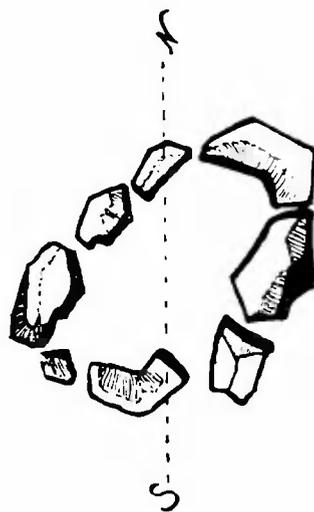
<sup>2</sup> Там же, p. 474.

<sup>1</sup> Н. К. Рерих. Сердце Азии, стр. 71.

<sup>2</sup> Там же, стр. 59.

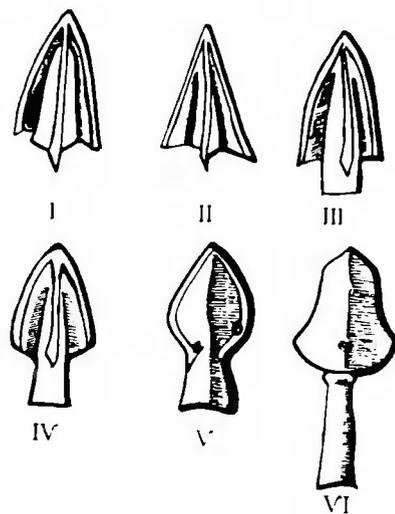


Изображение бегущего оленя на крышке ладанки из Дерге (северо-восток Тибетского нагорья). Из находок экспедиции Н. К. Рериха.  
Рис. Ю. Н. Рериха.



Древнее тибетское погребение в урочище Раги на севере Тибетского нагорья, обнаруженное экспедицией Н. К. Рериха.

Рис. Ю. Н. Рериха.



Наконечники стрел из древних тибетских погребений: I, II, III — бронзовые; IV — медный; V, VI — железные. Из сборов экспедиции Н. К. Рериха.

Рис. Ю. Н. Рериха.

широко, распространена среди буддистов Центральной Азии. Здесь рождается знаменитая серия картин Рериха «Твердыни Тибета», изображающая замечательные памятники тибетского зодчества раннего средневековья. Южная часть Тибетского нагорья известна своими памятниками прошлого, и многие из буддийских монастырей этой области представляют собой настоящие музеи древнеиндийского, непальского и тибетского искусства.

В мае 1928 г. экспедиция прибыла в Дарджилинг; громадный маршрут был завершен, круг поисков замкнут, многие тысячи километров пройденного пути остались позади.

Как же можно суммировать результаты этой единственной в своем роде экспедиции? Вряд ли они просто уложатся в число созданных во время этих странствий картин (свыше 500), в подробный перечень этнографических и археологических коллекций, буддийских ксилографов или — в несчетные страницы путевых записей, опубликованных в отдельных монографиях. Конечно, упомянутые нами открытия, подобные обнаруже-

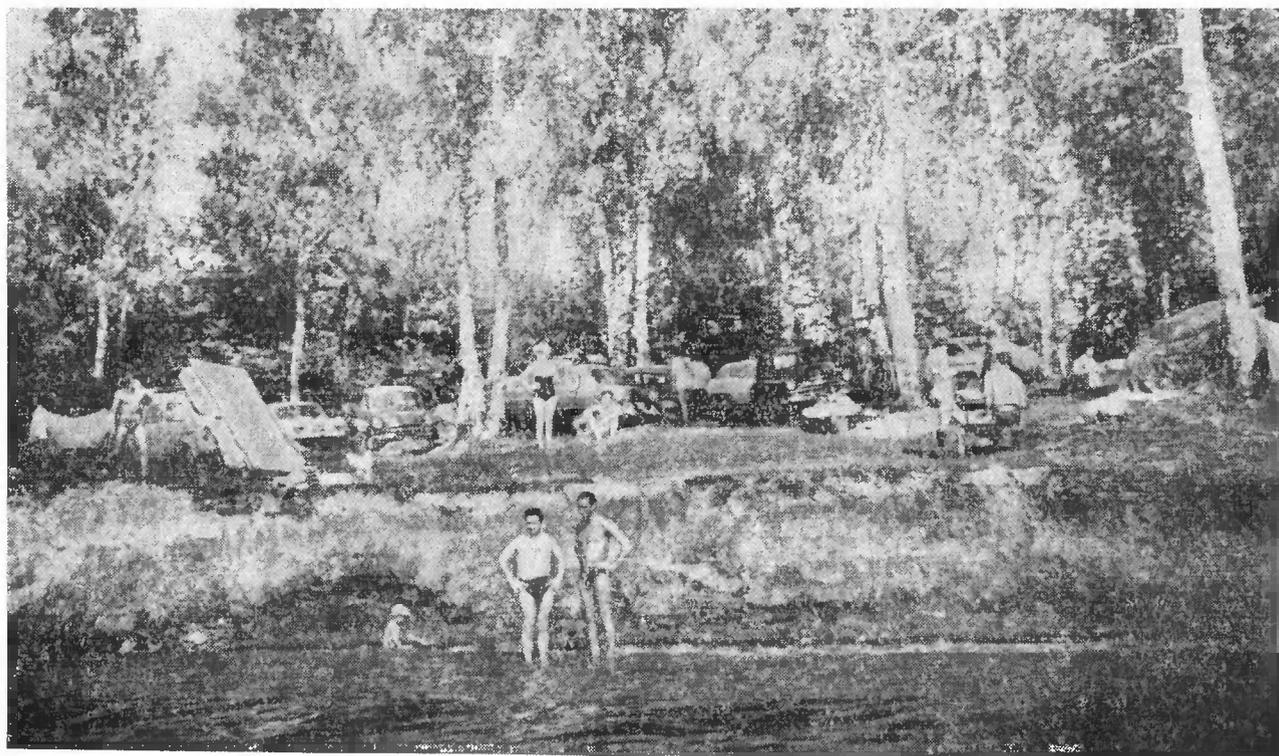
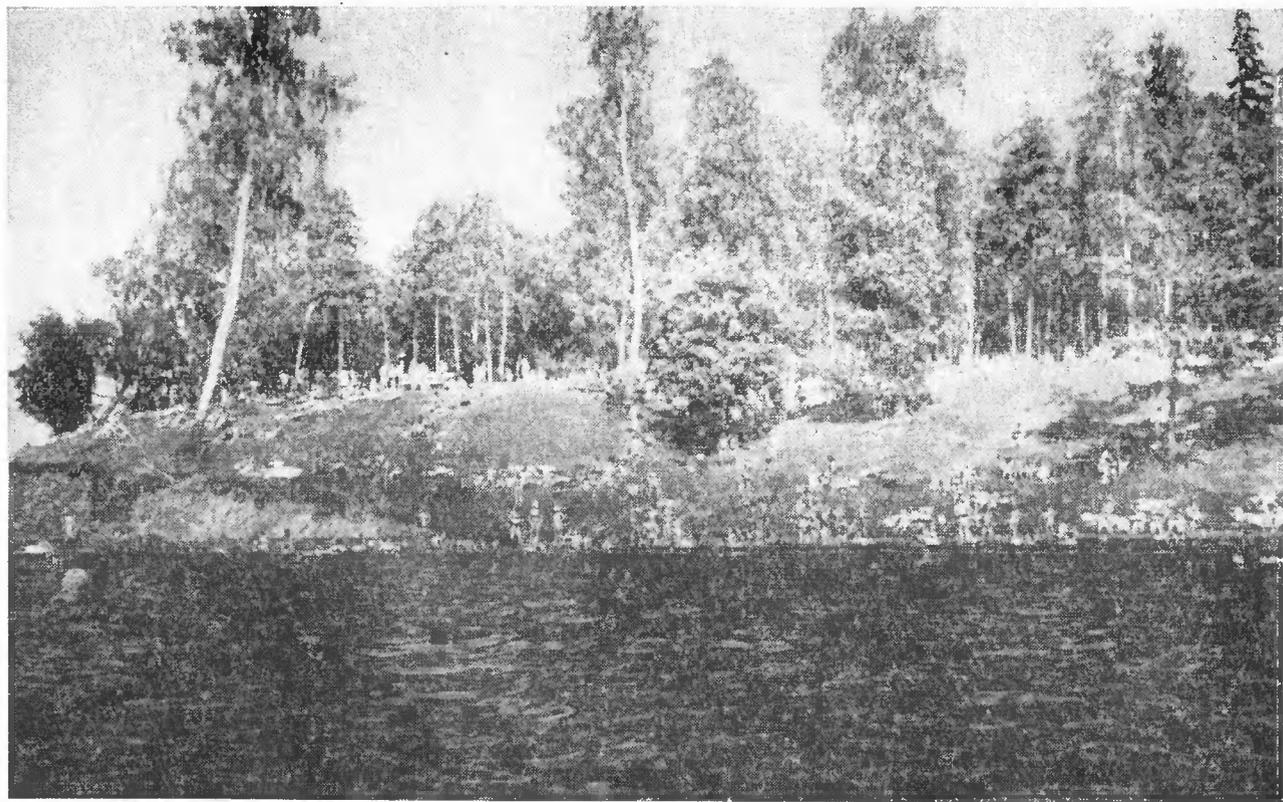
нию на Тибетском нагорье «звериного стиля», уже прочно вошли в золотой фонд мирового востоковедения. Но не об этом хочется сказать в заключение, а вернуться к тому, с чего был начат этот рассказ.

Чем же все-таки привлекла Центральная Азия русского художника и каким образом он смог перекинуть мост от тем Скандинавии и Древней Руси к мотивам Монголии и древнего Тибета? Наверное, причины этого крылись в особом отношении Рериха к Востоку, обусловленном не только глубоким знанием последнего, но и пониманием той роли, которую в древнейших времена играл Восток в формировании самой русской культуры. «Русь в древнейшие времена уже внимательно слушала сказания мудрых восточных гостей. Сношения с Востоком были гораздо глубже, нежели западники старались это представить», — писал художник в своих воспоминаниях<sup>1</sup>. Отсюда глубокий интерес Рериха к скифским древностям юга России, отзвук которых в

<sup>1</sup> Н. К. Рерих. Очерк «Азия» (1937 г.). — Архив П. Ф. Беликова. Таллин.

виде «звериного стиля» он неожиданно открывает на Тибетском нагорье. Отсюда интерес к Алтаю как одному из важных очагов великого переселения народов. Отсюда, наконец, нескрываемая симпатия Рериха к монголам и кочевым тибетцам — последним представителям древней кочевой культуры Великой евразийской степи.

И, конечно, не случайно степной эпос Центральной Азии смог вдохновить Рериха на создание одного из его самых замечательных полотен — картины «Гэсэр-хан» (1941), где в символическом образе степного героя он воплотил тот суровый мир кочевой Азии, судьбы которого, в представлении художника, тесно и неразрывно переплелись с судьбами его собственной Родины. В этом глубинном интересе к Азии, царившем в семье Рерихов, устремления отца и его сына — Рериха-художника и Рериха-востоковеда — смыкаются, как сомкнулся тот круг, который увел когда-то Николая Рериха к Востоку, для того чтобы много лет спустя вернуть его снова в Россию.



# Как сохранить пригородные леса?

**Н. С. Казанская**  
Кандидат географических наук

**В. В. Ланина**  
**Н. Н. Марфенин**

Еще в начале 30-х годов к границам Москвы подступали девственные хвойные и хвойно-широколиственные леса, в Сокольниках росли боры с вековыми соснами, а в Серебряном бору — сон-трава, теперь реликт Московской области.

Сейчас около 15% насаждений лесопаркового пояса Москвы находится в депрессивном состоянии. Такое положение создалось в последние 15—20 лет, когда население Москвы резко возросло и горожане больше стали отдыхать за городом.

Больше 3 млн москвичей «выплескиваются» в погожие субботние и воскресные дни в подмосковные леса на 70 тыс. га леса зеленой зоны. 300 человек на гектар леса — не редкость в таких излюбленных местах, как берега Пестовского и Клязьминского водохранилищ. В течение нескольких лет прекрасные леса становятся похожими на вытопанные пастбища с торчащими израненными стволами уцелевших деревьев.

Конечно, московский пригородный лес не исключение, подобное положение создалось и в пригородах других крупных городов.

*Летом на берегу Пестовского водохранилища количество отдыхающих на гектар леса превышает 200 человек. При такой рекреационной нагрузке лес постепенно гибнет.*

*Фото В. В. Ланиной.*

*Участки леса около пристани Тишково летом становятся стоянкой автомобилей. Подрост леса уничтожается, возобновление лесного биогеоценоза прекращается.*

*Фото В. В. Ланиной.*

*Наталья Сергеевна Казанская, младший научный сотрудник Института географии АН СССР. Занимается проблемами изменения биогеоценоза под влиянием человека. Участник комплексной рекреационной экспедиции Института географии АН СССР. Секретарь секции охраны природы Научного Совета АН СССР по биогеоценологии и охране природы.*

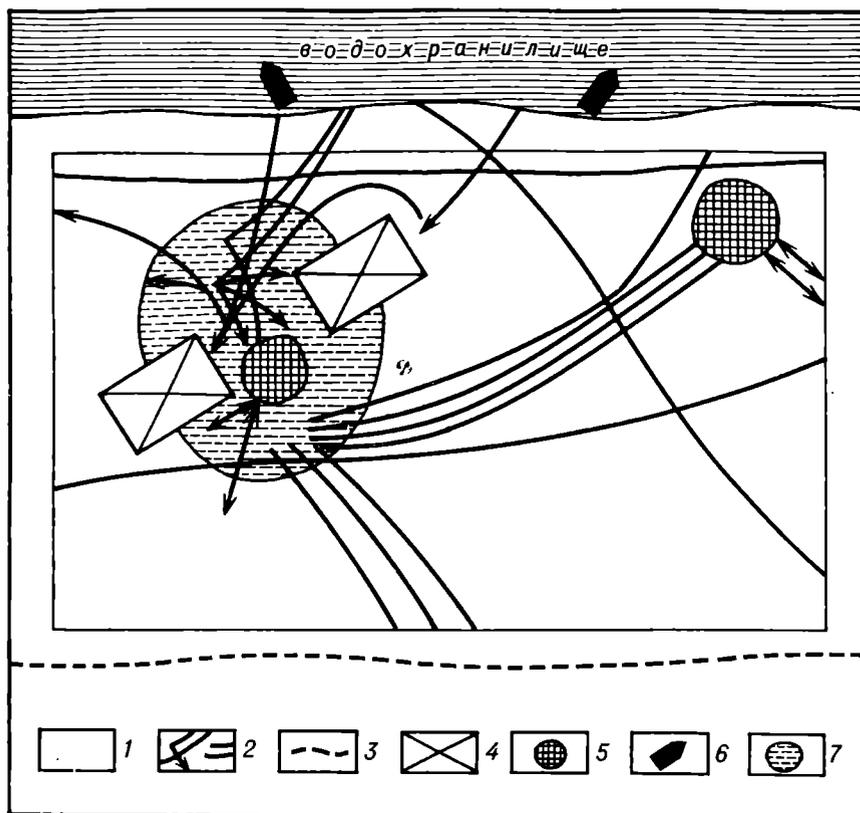


*Валентина Васильевна Ланина, начальник лесопаркового отдела Управления лесопаркового хозяйства Исполнительного комитета Московского городского Совета депутатов трудящихся. Инженер лесного хозяйства. Занимается проблемами организации зон массового отдыха и охраны природы. Участник комплексной рекреационной экспедиции Института географии АН СССР и Управления лесопаркового хозяйства.*



*Николай Николаевич Марфенин, младший научный сотрудник кафедры зоологии беспозвоночных Московского государственного университета. Начальник Комплексной студенческой рекреационной экспедиции Дружины биологического факультета МГУ по охране природы. Председатель Молодежного совета МГУ по охране природы. Основная тема исследований — проблема интеграции биологических систем.*





Фиксация проходов туристов по площадке-стоянке: 1 — участок, выбранный для наблюдений, 2 — «маршруты» туристов на стоянке, 3 — постоянная прогулочная тропа, 4 — палатка, 5 — очаг, 6 — катера на причале, 7 — контуры одной стоянки. На основе такой фиксации можно стабилизировать расположение очагов, мест для палаток, спусков к воде и пр.

Несомненно, процесс урбанизации будет развиваться и далее. Более того, по прогнозам видных демографов, будущее — за крупными городами. А население городов-гигантов, по статистическим данным, отдыхает «на природе» значительно чаще, чем жители средних и мелких городов. Значит, пригородным лесам грозит уничтожение. Вот почему в последние годы перед биологами и географами встала насущная задача — дать научно обоснованные разработки для восстановления и охраны пригородных лесов. Такими исследованиями сейчас занимаются на географическом и биологическом факультетах МГУ, в Институте географии АН СССР, в лабораториях лесоведения и биогеоценологии АН СССР. Работы по восстановлению пригородных биогеоценозов ведутся в Прибалтике, Ленинграде, Казани.

Биогеоценологические исследования показали, что присутствие даже одного человека не проходит для леса бесследно. Сбор грибов, цветов и ягод подрывает самовозобновление

ряда видов растений. Костер на пять — семь лет полностью выводит из строя клочок земли, на котором он был разложен. К тому же, когда отдыхающих становится больше десятка на гектар, и ресурсы сушиняка исчерпываются, лес редет на глазах.

Как ни странно, основные изменения возникают от хождения по лесу и постепенного, незаметного на глаз, вытаптывания и вдавливания трав, попадающих под нашу ступню раз в день, 2 раза в день, 300 раз в день.

Вместе с лесными травами гибнут молодые деревца, еле возвышающиеся над землей. Лес без подроста — уже не лес: взрослые деревья только создают декорацию, но смены им нет. Биоценоз перестает быть самовозобновляющимся, а значит, становится неустойчивым.

Комплексные исследования биологов и географов показали, что потеря устойчивости касается всех компонентов биогеоценоза.

Под ногами спрессовывается верхний горизонт почвы. Обычно он напоминает ажурное строение, состоящее

из полостей и проходов всевозможных размеров, заселенных миллионами обитателей почвы. Здесь происходит переработка всех отходов лесной жизни. Листья, сучки, останки животных и грибы — все это перерождается в усвояемые растениями соединения. Вода и воздух, столь необходимые для этой гигантской фабрики, свободно поступают по многочисленным тоннелям в почву, хранятся в бесчисленных миниатюрных полостях. Каждый шаг человека наносит повреждение этой фабрике, однако, когда таких шагов немного, организмы, заселяющие почву, быстро заделывают брешь. Когда же количество «топчущих» лес увеличивается, процесс разрушения идет быстрее восстановления. Почва утрамбовывается, ее структура нарушается, ухудшается аэрация и водоснабжение, число почвенных обитателей сокращается, а значит, понижается и «сопротивляемость» почвы к разрушению.

Лесные травы, такие как кислица, ландыш, копытень, грушанки, и деревья на определенной стадии раз-

вития весьма болезненно реагируют на такое изменение условий существования. На смену лесным видам трав приходят травы луговые (мятлик луговой, овсяница овечья, белоус, щучка). Запас семян этих трав всегда велик в лесных почвах, а в конкуренции с лесными травами побеждают в первую очередь те из них, которые имеют низкий — у поверхности земли — узел кущения, остающийся живым, даже когда срывают и обламывают травинки. Луговые травы развивают в почве дернину из густопереплетенных корней, которая мешает прорастанию всходов деревьев и кустарников. Дальнейшее усиление вытаптывания не могут выдержать даже луговые травы. На смену им приходят сорняки — виды с повышенной прочностью механических тканей, повышенной способностью регенерации усваивающих корешков и интенсивным семенным возобновлением. Такими птичьей гречишка, подорожник.

Одновременно вытаптывание вызывает также и угнетение взрослых деревьев и в первую очередь ели с ее поверхностной корневой системой. Кроме того, деревья ослабевают от повреждений коры ножами и топорами. В результате ослабленные деревья заселяются корневыми и стволовыми насекомыми-вредителями, сохнут, гибнут и выбираются в процессе санитарных рубок. При этом увеличивается освещенность под пологом леса, благоприятствуя развитию луговых растений. Еще интенсивнее происходит внедрение лугового биоценоза в лесной. Коренной лесной биоценоз заметно перерождается.

Наши исследования позволили выделить в этом процессе пять «стадий дигрессии». Вот как это будет выглядеть у подмосковных ельников-кисличников.

I стадия. Полный набор лесных видов в травяно-кустарниковом ярусе. Ненарушенная подстилка. (В еловошироколиственных лесах на этой стадии дигрессии присутствуют эфемероиды).

II стадия. Начало разрушения подстилки, внедрение опушечных видов под полог ельника.

III стадия. Увеличение освещенности под пологом. Образование световых окон в древесном пологе. Нача-

ло образования куртин елового подраста и подлеска. Дробление целостного массива тропами и отдельными вытоптанymi пятнами — «сбоями». Уменьшение мощности подстилки (втаптывание). Внедрение луговых видов в травяной покров.

IV стадия. Дальнейшее увеличение освещенности под пологом. Расширение прогалин до полян. Разрушение подстилки на полянах (втаптывание и развевание). Олуговение и задернение. Резкое сокращение возобновления древесно-кустарниковых пород. Образование «куртинно-поляннoго комплекса».

V стадия. Среди вытоптанной площади сохраняются участки, занятые сорными и однолетними видами трав. Почти полное отсутствие подстилки и подраста. Все сохранившиеся взрослые деревья — большие или с механическими повреждениями.

Так по мере увеличения числа людей в лесу происходит его закономерное перерождение.

Нам также удалось подсчитать, что ельник-кисличник не может дольше 5—7 лет выдерживать одновременно присутствие больше 15 человек на гектар, травянистый березняк или осинник — более 25—30, а сосновый бор — более 7 человек на гектар.

Так можно ли надеяться вообще на восстановление леса, как протекает этот процесс в условиях различных степеней дигрессии леса?

Восстановление леса идет, естественно, тем быстрее, чем меньше он пострадал. Если лес находится на третьей стадии дигрессии, он еще способен достаточно быстро самовосстанавливаться. На этой стадии в достаточной степени сохранена лесная среда: невысокая твердость почвы, преобладание лесных видов, не препятствующих прорастанию древесных семян. Это значит, что при нагрузках, не превышающих допустимые, например для ельников-кисличников 15 человек на гектар, процессы разрушения и восстановления будут как бы уравновешены. Тогда лес способен длительно оставаться в неизменном состоянии, он не перешел еще за границу устойчивости.

Увеличение нагрузок приводит к преобладанию процессов разрушения над процессами восстановления.

Такой лесной биоценоз становится неустойчивым и переходит в IV или V стадии дигрессии. А они принципиально отличаются от всех предыдущих сильным сокращением самовозобновления древесных пород и преобладанием дернового процесса почвообразования над подзолистым.

Восстановление леса с IV и V стадией дигрессии также возможно, но лишь при условии снятия нагрузок, т. е. при отсутствии людей. Как показывают исследования, в этом случае процесс восстановления будет весьма длительным и, вероятно, не сможет произойти на глазах одного поколения. Спасти такой лес можно, сделав его заповедным или производя в нем посадки и ограничив посещаемость.

Примерно 15% насаждений лесопаркового пояса Москвы перешли по своему состоянию за границу устойчивости и находятся на IV и V стадиях дигрессии и еще около 30% насаждений следует отнести к III стадии дигрессии, т. е. они близки к границе устойчивости.

Но и сейчас еще примерно на половине площади лесопаркового пояса Москвы леса находятся в хорошем состоянии. Это, как правило, удаленные от воды и других мест скопления отдыхающих участки. Ведь горожанин стремится отдохнуть не в любом месте. В Подмоскowie такие излюбленные места отдыха — берега рек и водохранилищ. А по берегам водохранилищ в северной части лесопаркового пояса расположены как раз наиболее неустойчивые к вытаптыванию еловые леса.

Что же делать, если нагрузки в лесу оказываются выше допустимых?

Проще всего предложить ограничить доступ отдыхающих в лес, которому грозит переход за границу устойчивости, или же периодически полностью закрывать для посещения участки леса на срок лесовосстановительных работ. Такой метод огораживания применили в некоторых зонах отдыха Москвы. Например, в 1969 г. огородили участок соснового леса на берегу Бухты Радости Клязьминского водохранилища. Одновременно весь участок был засажен пятилетними саженцами сосны. Через 4 года стали заметны лишь первые признаки вос-

*С л е в а*

Участок прогулочного маршрута по Кашинской долине. Он «уводит» часть туристов от вытоптанного побережья водохранилища.

Фото В. В. Ланиной.

*С п р а в а*

Чередование плотных куртин с выбитыми полянами-стоянками в ельнике на берегу Пестовского водохранилища. Куртинно-полянный комплекс наиболее устойчив к большим рекреационным нагрузкам.

Фото Н. С. Казанской.

становления — от стволов сохранившихся старых сосен разрослись куртины брусники, ландыша, зеленчука, зеленых мхов, появился самосев сосны.

Чтобы посадки окрепли и смогли противостоять натиску отдыхающих, эту территорию нельзя использовать для рекреационных целей еще по крайней мере 10 лет. Заметим, что этот участок леса был вытоптан за 1 год.

Однако огораживание реально лишь в крупных зонах отдыха административных районов Москвы, где его можно проводить поочередно на отдельных частях территории.

Другой способ сохранения леса — разгрузка наиболее посещаемых участков, скажем, побережья водохранилища. Для этого вовсе не обязательно использовать административные санкции. В ряде случаев возможно удачно проложенными прогулочными маршрутами «оттянуть» часть отдыхающих на другие участки леса. Один из таких маршрутов уже проложен по Кашинской долине в Клязь-

минском лесопаркхозе. Прогулочный маршрут как бы уводит часть отдыхающих из основного места их скопления — прибрежной зоны.

Приведенный пример показывает, как с помощью удовлетворения эстетических и познавательных потребностей отдыхающих можно регулировать загруженность мест отдыха. Этот подход часто значительно более действенный и перспективный, чем всевозможные запреты и наказания.

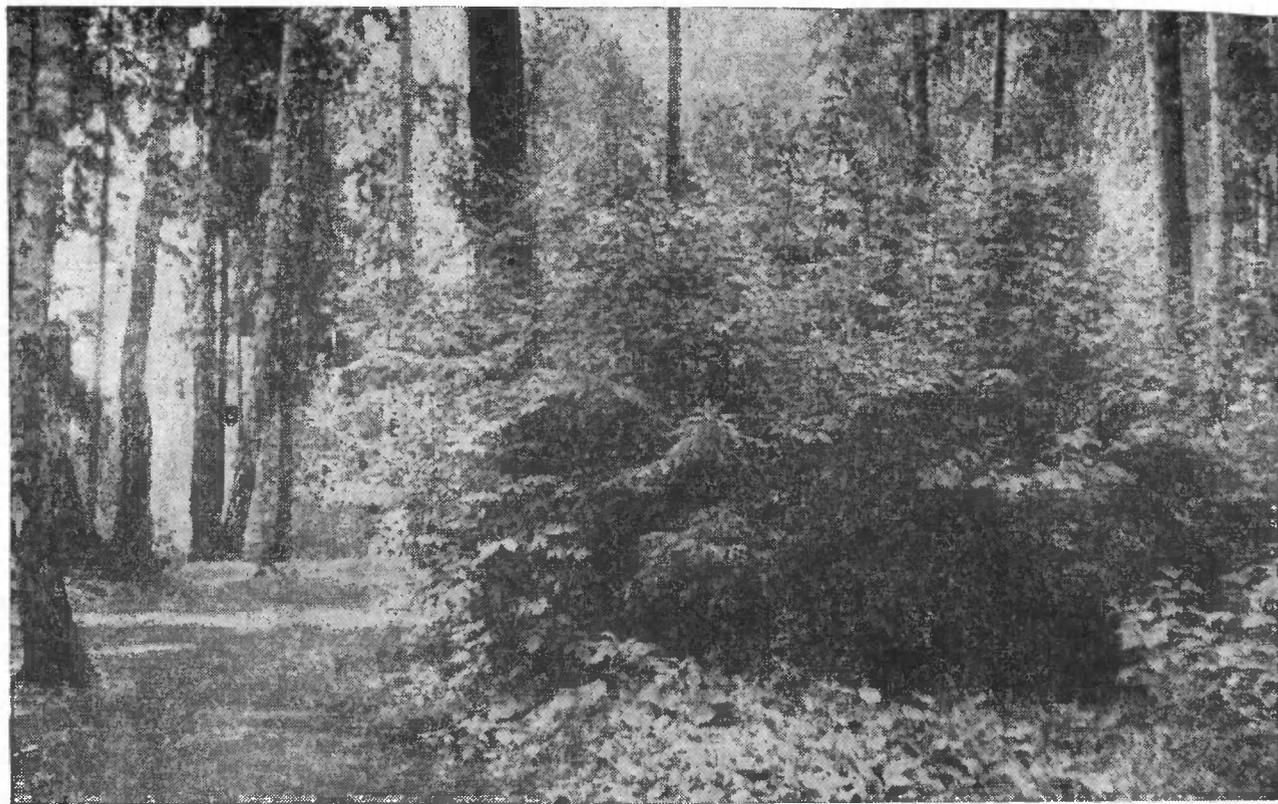
Однако и огораживание, и проложение учебно-прогулочных троп — все это решение лишь части проблемы.

Чтобы раскрыть возможности действенной, интенсивной регуляции рекреационных нагрузок без ущемления запросов отдыхающих, надо хорошо знать потребности и психологию горожан. Опросы так называемых неорганизованных туристов и наблюдения за их поведением показали, что горожан на природе прежде всего привлекает необычная обстановка — палатка вместо дома, костер вместо плиты и пр. Немалое значение имеет

и свобода поведения: возможность отдохнуть от правил уличного движения, сорвать травинку и цветок. Влечет в загородный лес и разнообразие: лесной мир безусловно интереснее городских новостроек.

Вот почему наиболее привлекают горожан берега водохранилищ и рек, где в одном месте соседствуют лес, луг и вода. Сам по себе однородный лес скучен для большинства отдыхающих (он оживает только в грибной сезон), а чередование полей и зарослей (куртин), наоборот, привлекательно. Вот это стремление горожан к разнообразию и попытались использовать при восстановлении вытоптанных пригородных лесов.

Ландшафтными архитекторам давно известно, что куртинность в лесопарках создает разнообразие декоративных элементов, и участки лесопарков с чередованием куртин наиболее привлекательны для посетителей. Комплексные работы географов и биологов показали, что такие участки выдерживают большие рекреационные нагрузки, т. е. 50—100 чело-



век на гектар. Моделью послужили куртинно-полянны комплексы в ельниках по берегам Пестовского водохранилища. Проведенные здесь исследования показали, что устойчивость такого комплекса обусловлена целым рядом причин, но прежде всего — разнообразием составляющих элементов. Лесные элементы комплекса сосредоточены внутри куртины, луговые — на поляне. При увеличении рекреационных нагрузок, в результате частичного вытаптывания куртин, площадь поляны увеличивается; при уменьшении нагрузок происходит частичное восстановление лесного фитоценоза и увеличение площади куртин. Кроме того, устойчивость куртинно-поляннго комплекса обусловлена тем, что местом сосредоточения в нем являются поляны, с их устойчивыми к вытаптыванию растительными группировками.

Помимо всего прочего, куртинно-поляннй комплекс создает благоприятные для здоровья микроклиматические и санитарно-гигиенические

условия: при достаточно хорошей аэрации здесь не бывает сильных ветров, а в знойный день — достаточно тени. Поляны и прогалины отделены друг от друга куртинами, которые играют в данном случае роль кулис, поглощающих шум и создающих зрительную изоляцию. Оказалось, что такие территории обладают наибольшей «психо-физиологической комфортностью».

Схема куртинно-поляннго комплекса, по нашим представлениям, должна выглядеть в общем виде как серия стояночных полян, разделенных друг от друга полосами зарослей. Основную роль при этом играют полосы, тянущиеся от массива леса в сторону зоны отдыха. Лес как бы вдается языками в рекреационно-используемую территорию, сохраняя свое влияние и здесь. «Языки» зарослей, продолжающие массив леса, — все тот же лесной биоценоз с особенностями его флоры, микроклимата, почвы и ее обитателей.

Полосы зарослей должны состоять

из мозаики небольших куртин (25—30 м<sup>2</sup>), обычно каплевидной формы, достаточно плотных (расстояния между деревьями не более 50—70 см) и, по возможности, защищенных, хотя бы временно, плотными кустарниками. Расположение куртин и полян должно обеспечивать замкнутость полян и в то же время сообщение их со всеми соседними полянами серией тропинок, проложенных между куртинами.

Особые требования предъявляются к планированию искусственных куртин в местах массового зимнего отдыха. Куртины должны быть «прикрыты» со стороны основных лыжных спусков. Для этого мы рекомендуем создавать здесь особо густые посадки или использовать скамьи и прочую «лесопарковую мебель».

На основе изучения модели даны рекомендации для создания искусственных куртинно-поляннх комплексов. Такие работы ведутся в Управлении лесопаркового хозяйства Мосгорисполкома. Обычно «разрубают» по-

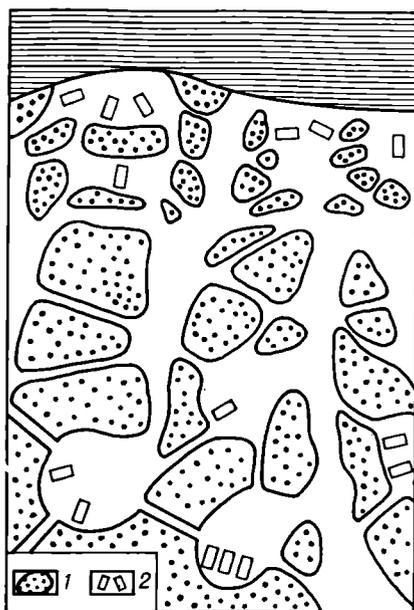
ляны в лесу, сохраняя при этом серию куртин, или создают искусственные куртины в сильно разреженных насаждениях. Институтом географии АН СССР, Управлением лесопаркового хозяйства Мосгорисполкома и Дружиной биолого-почвенного факультета МГУ по охране природы ведутся совместные исследования, чтобы выявить наиболее устойчивые способы их формирования.

Планирование посадок по куртинно-полянному типу в ряде случаев уже выдержало испытание временем. Так, в 1957 г. была проведена такая посадка у оз. Мещерского близ станции Востряково. И озеро, и его окрестности в настоящее время пользуются большой популярностью у москвичей. Несмотря на огромную посещаемость (до 200 человек на гектар), лесонасаждение находится в хорошем состоянии. Выдержало испытание временем большинство искусственных куртин и на территории Клязьминского пансионата.

Итак, создание куртинно-поляного комплекса было основано на стремлении горожан к разнообразию. Другой же способ сохранения и защиты лесов — проложенные для отдыхающих тропинки — основан на привычке горожанина ходить по определенным маршрутам.

Если наблюдать перемещение отдыхающих на туристической стоянке и наносить их маршруты на план местности, то оказывается, что они движутся по незримым для них одним и тем же тропинкам, подчиняясь внутренней «логике» местности, на которой находятся. Вырвавшись с улиц города, взрослые горожане и здесь продолжают ходить по «улицам», прокладывая вполне закономерные тропы. Только дети составляют исключение.

Объяснение этого эффекта приходит при непосредственном наблюдении за действиями отдыхающих. Практически всякое перемещение взрослых связано с определенной целью. Весь набор целей в путешествии вполне определен и ограничен, и, учтя их, а также возможность их реализации на данной территории, можно заранее с достаточной степенью точности предсказать характер перемещения отдыхающих. Таким об-



*Принцип планирования куртинно-поляного комплекса. 1 — куртины и участки коренного леса, 2 — места туристских стоянок на полянах.*

разом, сама местность как бы организует их.

Маршруты, которые прокладываются отдыхающие, «привязаны» к палатке, к очагу, спуску к воде, к месту швартовки лодки или стоянки машины, к удочкам на берегу. Если расположение этих объектов известно, можно заранее сказать, как именно пройдут тропинки, что будет вытопано, а что сохранится.

Сама тропиная сеть, несмотря на густоту, не так уже и вредна. Ее протяженность на V стадии дистрессии составляет в среднем 5 км/га, а длина маршрутов, по которым проходят более чем 5 раз в час, всего около 600 м. Вся беда заключается в том, что очередная группа отдыхающих, пришедшая на то же место на смену предыдущей, чаще всего ставит палатки уже на другом месте — более зеленом, и костер разводит тоже поновому, ориентируясь на расположение своих палаток. В результате на ту же территорию снова «накладывается» тропиная сеть, но уже со смещением по сравнению с предыдущей. Так постепенно затаптывается весь участок.

Эти наблюдения подсказывают необходимые планировочные меры. Надо стабилизировать расположение основных рекреационных элементов: очагов, мест для палаток, спусков к воде и т. д. Нехитрые планировочные меры приведут к стабилизации маршрутов, что обеспечит возможность сохранения клочков незатоптанной земли, где может существовать подрост. Только на таких местах и можно вести посадки куртин.

Таким образом, особенности местности и расположение рекреационных элементов в значительной степени определяют логику перемещения отдыхающих, их воздействия на природу. Это дает в руки проектировщиков богатейшие возможности для деликатной регуляции отдыха горожан.

По сути дела, пострадавшие от туристов леса — в значительной степени результат отсутствия широких научно обоснованных планировочных мероприятий.

\*

Итак, сохранение пригородных лесов — серьезная научная проблема. Мы сталкиваемся здесь с решением ряда задач, и прежде всего — с задачей создания устойчивых биогеоценозов, находящихся в равновесии с существующей нагрузкой использования. Ведь куртинно-поляные комплексы в ельниках по берегам Пестовского водохранилища, послужившие нам моделью для изучения искусственных комплексов, могут сохраняться в условиях высоких рекреационных нагрузок бесконечно долгое время.

Работы по восстановлению пригородных биогеоценозов еще только начаты. Исследования допустимых на пригородные леса рекреационных нагрузок, механизмов дистрессии и восстановления различных пригородных биоценозов только набирают силу, но, несомненно, именно на этом пути находится научное решение проблемы охраны и сохранения пригородных лесов.

# Работа органа слуха ПОД ВОДОЙ

Г. Н. Солнцева  
Кандидат биологических наук



*Галина Николаевна Солнцева, младший научный сотрудник лаборатории постнатального онтогенеза Института биологии развития АН СССР. Зоолог. Автор работ по эволюционной морфологии животных.*

В течение многих лет исследователи проявляют большой интерес к изучению биологии млекопитающих, приспособившихся в процессе эволюции к водным условиям обитания. В последнее время особое внимание уделяется изучению анализаторных систем водных млекопитающих, и прежде всего слухового анализатора.

Интерес к изучению органа слуха водных млекопитающих, особенно китообразных, объясняется способностями дельфинов улавливать ультразвуковые сигналы (которые, как известно, помогают им ориентироваться при передвижении и устанавливать контакты с особями своего вида). Большая точность и высокая разрешающая способность локационного аппарата китообразных заинтересовала не только биологов, но и физиков, и акустиков. Они тоже занялись исследованием строения и работы генерирующих сигналы структур, а также самого органа слуха.

Экспериментально установлено, что китообразные способны воспринимать ультразвуковые сигналы до частот порядка 280 кгц<sup>1</sup>. Органами генерации ультразвуковых сигналов служат надчерепные воздушные полости. Эти сигналы, отражаясь от лоцируемого предмета, возвращаются в орган слуха. Однако прежде чем достигнуть этого органа, акустические сигналы должны пройти определенный путь. Этот путь у дельфинов отличен от такового у наземных млекопитающих и человека, у которых звуковые сигналы поступают во внутреннее ухо через ушную раковину и постоянно от-

крытый слуховой проход. Возникает вопрос: каков механизм звукопроведения у водных млекопитающих?

Мы предприняли попытку дать ответ на этот вопрос посредством сравнения органа слуха у различных групп млекопитающих. В результате сравнения ряда животных (близких филогенетически и не сходных по образу жизни форм, с одной стороны, а с другой — далеких филогенетически, но сходных по образу жизни) можно проследить за основными анатомическими перестройками, которые возникли в процессе эволюции при переходе млекопитающих к водному образу жизни. В качестве таких форм нами были выбраны следующие представители: лисица (*Vulpes vulpes*), собака (*Canis familiaris*), норка (*Mustela lutreola*), нутрия (*Myocastor coypus*), калан (*Enhydra lutris*), различные виды настоящих (*Phocidae*) и ушастых (*Otariidae*) тюленей и два вида дельфинов (*Cetacea*).

Известно, что орган слуха млекопитающих включает три звена: наружное, среднее и внутреннее ухо. Наружное ухо — звукопроводящее звено — состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода, входное отверстие которого постоянно открыто. Слуховой проход заканчивается барабанной перепонкой, отделяющей наружное ухо от среднего. Звуковые волны собираются ушной раковинкой и по слуховому проходу направляются к барабанной перепонке, вызывая ее колебания. Колебания барабанной перепонки передаются трем небольшим слуховым косточкам: молоточку, наковальне и стремечку, которые располагаются в полости среднего уха (звукопередаточный ап-

<sup>1</sup> А. В. Яблоков, В. М. Белькович, В. И. Борисов. Киты и дельфины. М., «Наука», 1972.

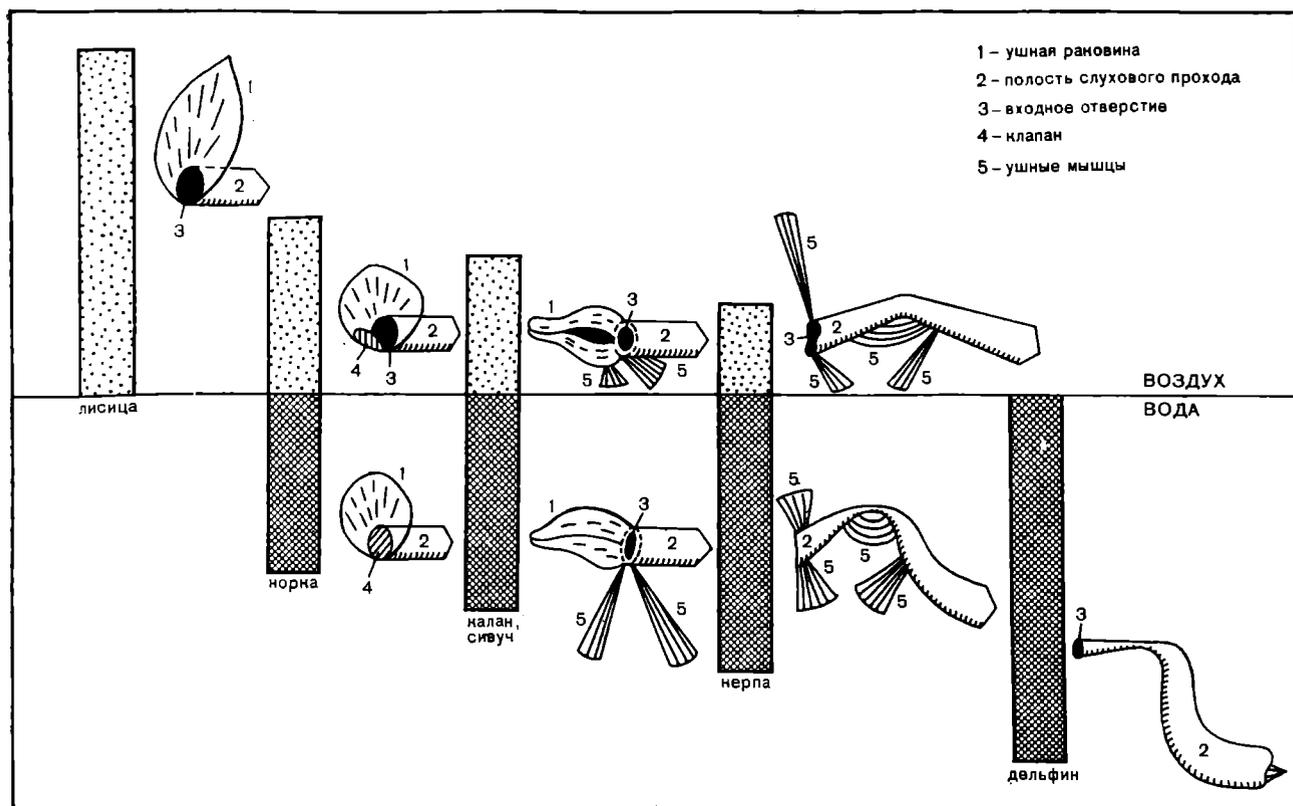


Рис. 1. Схема строения наружного уха наземных, полуводных и водных млекопитающих. На схеме показаны механизмы, открывающие слуховой проход на воздухе и закрывающие его под водой. Вертикальные колонки обозначают средний процент времени пребывания различных животных в воздухе и под водой.

парат). Колебания молоточка через наковальню передаются к стремечку, которое входит в овальное окно внутреннего уха и заставляет колебаться жидкость улитки. Таков основной принцип звукопроводения у всех млекопитающих.

Однако принцип строения наружного уха не у всех животных одинаков.

Что же происходит с наружным ухом в связи с переходом млекопитающих к водному образу жизни? Оказывается, в его строении появляется тенденция к закрыванию слухового прохода. Такое закрывание слухового прохода может обеспечиваться ушной раковиной, а в случае ее

отсутствия — самим слуховым проходом (рис. 1).

Так, уже у полуводных форм, образ жизни которых связан как с воздушными, так и водными условиями обитания (норка, нутрия) перестраивается ушная раковина, но только в самых наружных отделах. Около входного отверстия, ведущего в слуховой проход, образуются кожные выросты, которые служат этим животным клапаном, закрывающим слуховой проход при периодическом погружении под воду.

У животных, образ жизни которых связан с более длительным пребыванием в воде (калан, сивуч, морской котик), ушная раковина претерпевает уже значительно большую перестройку. Края ушной раковины этих животных очень плотно соприкасаются друг с другом, в результате чего создается впечатление ее «штопорообразного закручивания». Однако, перейдя к водному образу жизни, эти животные не утратили связь с сушей, поэтому орган слуха у них приспособлен как для воздушного, так и для

водного звукопроводения. В воздушной среде за счет сокращения ушных мышц происходит частичное приоткрывание ушной раковины и проведение звуковых сигналов осуществляется так же, как и у наземных млекопитающих, т. е. при открытом слуховом проходе. Под водой ушная мускулатура расслабляется и края ушной раковины плотно закрывают входное отверстие, предотвращая попадание воды в слуховой проход и сохраняя в нем воздух.

У настоящих тюленей (гранландский тюлень — *Pagophilus groenlandicus*, каспийский тюлень — *Pusa caspica*, ларга — *Phoca vitulina*, островной тюлень — *Phoca insularis*, морской заяц — *Erignatus barbatus* и др.) ушная раковина полностью редуцирована, поэтому слуховой проход сам обеспечивает закрывание своей полости при погружении животного под воду. При этом слуховой проход сильно удлиняется, изменяет на всем протяжении форму и диаметр, а также колебнообразно изгибается в самой узкой части и принимает S-образную фор-

му. В отличие от слуховых проходов других млекопитающих, у настоящих тюленей он располагается непосредственно под кожей. Такое поверхностное расположение слухового прохода дало основание некоторым исследователям считать, что давления воды вполне достаточно, чтобы предотвратить проникновение воды в полость слухового прохода<sup>1</sup>. Однако другие исследователи придерживаются иной точки зрения и считают, что благодаря особенностям в строении слухового прохода, под водой происходит его перегибание в месте коленообразного изгиба с помощью наружных и внутренних мышц<sup>2</sup>. Нам кажется, что верна вторая гипотеза. Перегибание слухового прохода возможно из-за наличия в нем коленообразного изгиба, изменения диаметра и формы, а также за счет подвижности в соединении хрящевых пластинок, окружающих его.

Закрывание слухового прохода у настоящих тюленей посредством перегибания с помощью ушных мышц подтверждается экспериментальными данными<sup>3</sup>. Показано, что закрывание слухового прохода может происходить спонтанно, даже раньше погружения животного под воду, и продолжается до тех пор, пока животное находится под водой.

У типично водных млекопитающих (китообразные) строение наружного уха резко отличается от такового у всех рассмотренных видов млекопитающих. У этих гидробионтов нет механизмов, периодически открывающих и закрывающих слуховой проход. Из-за постоянного обитания в водной среде редуцировалась не только ушная раковина, но и появились приспособления постоянно закрывающие слуховой проход. Так, у дельфинов закрытие слухового прохода осуществлялось посредством полного зарастания, а у усатых китов слуховой проход плотно закрыт серной ушной пробкой. Слуховой проход дельфинов приобретает более изогнутую форму и в

результате зарастания делится на два участка: дистальный, т. е. от входного отверстия до места зарастания, и проксимальный, т. е. от места зарастания до барабанной перепонки.

Итак, слуховой проход закрыт. Может ли такой закрытый слуховой проход проводить звуки под водой? Посредством теоретических расчетов закрытого слухового прохода дельфинов удалось показать, что в звукопроведении под водой участвует не весь слуховой проход, а лишь его проксимальный участок<sup>1</sup>. Поскольку толщина наружного слухового прохода в направлении распространения волны много меньше длины волны, то можно считать, что переменное акустическое давление, действующее на стенку слухового прохода, одинаково по всей его длине. Это давление вызывает колебание стенок слухового прохода в диаметральном противоположных направлениях, вследствие чего происходит изменение объема проксимального участка. За счет изменения этого объема создается переменное давление на входе костной части слухового прохода, которое, будучи усиленным за счет резонанса костной части, воздействует на барабанную перепонку. Оказалось, что пороговое акустическое давление на барабанную перепонку дельфинов очень сходно с таковым у человека. На основании этих данных можно считать, что у полуводных и водных млекопитающих нормальное звукопроведение под водой без потери чувствительности осуществляется только при закрытом слуховом проходе, так же, как у дельфинов.

За наружным ухом следует второе звено органа слуха — среднее ухо, которое служит звукопередаточным аппаратом. Среднее ухо располагается в *bulla tympani* и включает цепь слуховых косточек: молоточек, наковальню и стремечко. У большинства наземных млекопитающих и человека слуховые косточки подвижно соединены между собой посредством суставов. У водных млекопитающих слу-

ховые косточки жестко соединены между собой.

Сравнительный анализ строения слуховых косточек в исследованном ряду млекопитающих помог нам выявить анатомические и биомеханические особенности, возникшие в связи с необходимостью звукопередачи под водой. Анатомическая перестройка выражается в изменении весовых соотношений молоточка и наковальни относительно друг друга. Кроме того, изменилась относительная величина и форма отдельных отростков слуховых косточек (рис. 2) (так, например, происходит утолщение рукоятки молоточка у ластоногих и полная ее редукция у китообразных, удлиняется и утолщается длинный отросток наковальни и исчезает отверстие, образованное дужками стремени у водных форм), а также увеличилась жесткость в соединении между молоточком и наковальней.

Для выяснения акустических возможностей среднего уха водных млекопитающих нами была предпринята попытка провести анализ биомеханики этого звена органа слуха.

Как известно, система слуховых косточек построена по классической рычажной схеме. При этом ось вращения слуховых косточек проходит через точки прикрепления короткой ножки наковальни и длинного отростка молоточка к стенке барабанной полости.

Оказалось, что у наземных и полуводных форм ось вращения слуховых косточек параллельна плоскости подножной пластинки стремени, тогда как у калана, ластоногих и китообразных ось вращения слуховых косточек располагается под углом к плоскости подножной пластинки стремени. На основании морфологических данных и полученных акустических параметров элементов среднего уха были вычислены коэффициенты передачи звукового давления средним ухом (К).

Вычисление К проводили по формуле:  $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5^1$ ,

<sup>1</sup> J. King. *Seals of the World*. L., 1964.

<sup>2</sup> F. Ramprasad, S. Corey and K. Ronald. «The gross and microscopic structure of the auditory meatus», v. 49, 1971, N 2.

<sup>3</sup> B. Mohl. «J. Aud. Res.», v. 8, 1968, № 1.

<sup>1</sup> Н. В. Липатов, Г. Н. Солнцева. Морфо-функциональные особенности наружного слухового прохода обыкновенного дельфина и афалины. — В сб.: Бионика. Киев, «Наукова думка», 1974.

<sup>1</sup> Н. В. Липатов, Г. Н. Солнцева. Некоторые особенности биомеханики среднего уха дельфинов. — Тезисы докладов V Всесоюз. совещания по изучению морских млекопитающих. М., 1972.

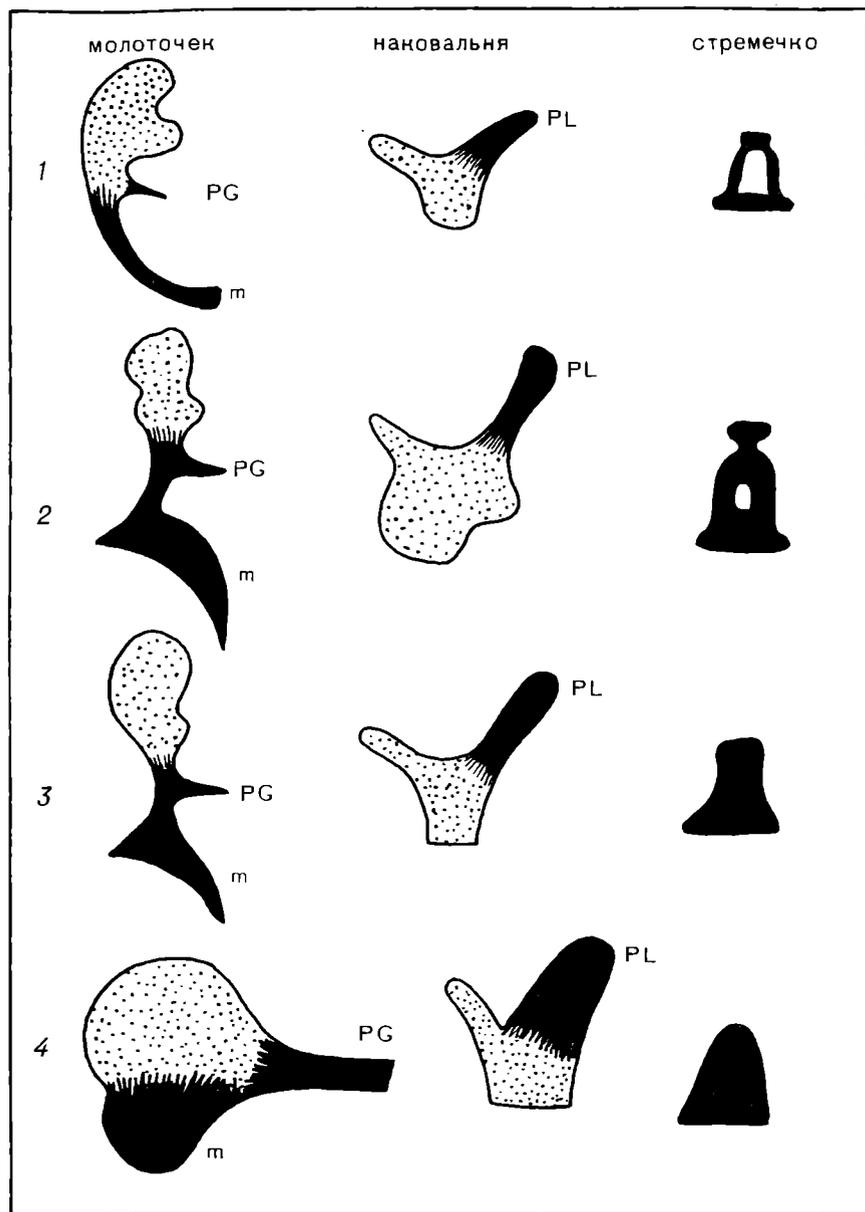


Рис. 2. Схема строения слуховых косточек. На схеме показана анатомическая перестройка слуховых косточек у водных млекопитающих: 1 — наземные млекопитающие (*Vulpes vulpes*), 2 — настоящие тюлени (*Phocidae*), 3 — ушастые тюлени (*Otariidae*), 4 — китообразные (*Cetacea*); *m* — рукоятка, *PG* — тонкий отросток, *PL* — длинный отросток.

где  $K_1$  — коэффициент барабанной перепонки,  $K_2$  — коэффициент передачи рычага слуховых косточек ( $K_2 = l_1/l_2$ ;  $l_1$  — расстояние от оси вращения до центра давления на барабанную перепонку,  $l_2$  — расстояние от точки соединения длинной ножки наковальни с головкой стремени до оси вращения),  $K_3$  — коэффициент увеличения давления за счет винтового эффекта,  $K_4$  — коэффициент передачи рычага барабанной перепонки — связки ( $K_4 = l_3/l_2$ ),  $l_3$  — рассто-

яние от места прикрепления треугольной связки до оси вращения,  $K_5$  — отношение площади барабанной перепонки к площади подножной пластинки стремени ( $K_5 = S_1/S_2$ ),  $S_1$  — площадь барабанной перепонки в  $\text{мм}^2$ ,  $S_2$  — площадь подножной пластинки стремени в  $1 \text{ мм}^2$ .

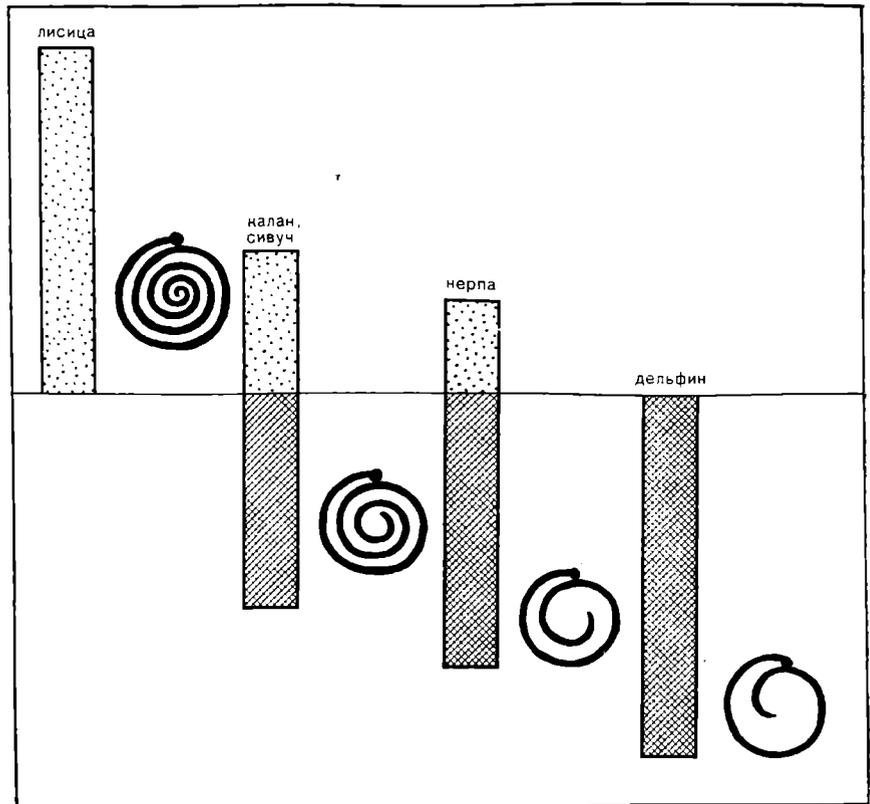
Анатомическая перестройка слуховых косточек и особенности их расположения в полости среднего уха вызвали увеличение коэффициента передачи звукового давления средним ухом у водных млекопитающих, необходимого для согласования акустических свойств среды с акустическими свойствами внутреннего уха. У наземных и полуводных форм среднее ухо имеет самый низкий  $K$ , равный 25—29. У калана, настоящих и ушастых тюленей значение  $K$  увеличивается в 1,5—2 раза (40—60). У дельфинов среднее ухо имеет самый высокий  $K$ , который в 2,5—3 раза превышает таковой у калана и ластоногих (110—166)<sup>1</sup>.

И, наконец, последнее звено органа слуха представлено внутренним ухом, которое расположено в височной кости и состоит из вестибулярного аппарата, или органа равновесия, и органа, воспринимающего звуки — кортиева органа, расположенного в улитке. Именно в улитке происходит преобразование механических колебаний барабанной перепонки и слуховых косточек в нервное возбуждение клеток кортиева органа. Улитка состоит из оси и обвивающего ось спирального канала.

Сравнение числа оборотов улитки у различных млекопитающих показывает, что у наземных форм улитка образует до 5 оборотов вокруг своей оси. У животных, преимущественно обитающих в водной среде, число этих оборотов уменьшается до 2,5 (ластоногие), а у дельфинов улитка образует всего 1,5 оборота (рис. 3). При этом наибольшего развития достигает самый нижний оборот улитки (базальный оборот).

<sup>1</sup> Г. Н. Солнцева. Особенности биомеханики среднего уха наземных, полуводных и водных млекопитающих. — Реф. докл. VIII Всесоюз. акустич. конф., М., 1973.

Рис. 3. «Раскручивание» улитки в исследованном ряду млекопитающих.



Интересная особенность наблюдается в улитковом канале дельфинов. Если у наземных, полуводных форм и таких водных млекопитающих, как ластоногие, канал улитки перегорожен только первичной костной спиральной пластинкой, то у дельфинов этот канал перегорожен как первичной, так и вторичной костными спиральными пластинками. Вторичная костная спиральная пластинка характерна только для зубатых китов.

Что касается кортиева органа, то его строение обнаруживает большое сходство почти у всех животных. У лишь у дельфинов найдены особенности как в строении, так и в расположении клеток кортиева органа, которые, несомненно, имеют важное значение для восприятия ультразвуковых сигналов в водной среде. Мы полагаем, что уменьшение числа оборотов улитки у дельфинов прежде всего связано с их способностями к эхолокации. В связи с этим интересно заметить, что и у летучих мышей (которые, как известно, также являются эхолоцирующими животными) улитка

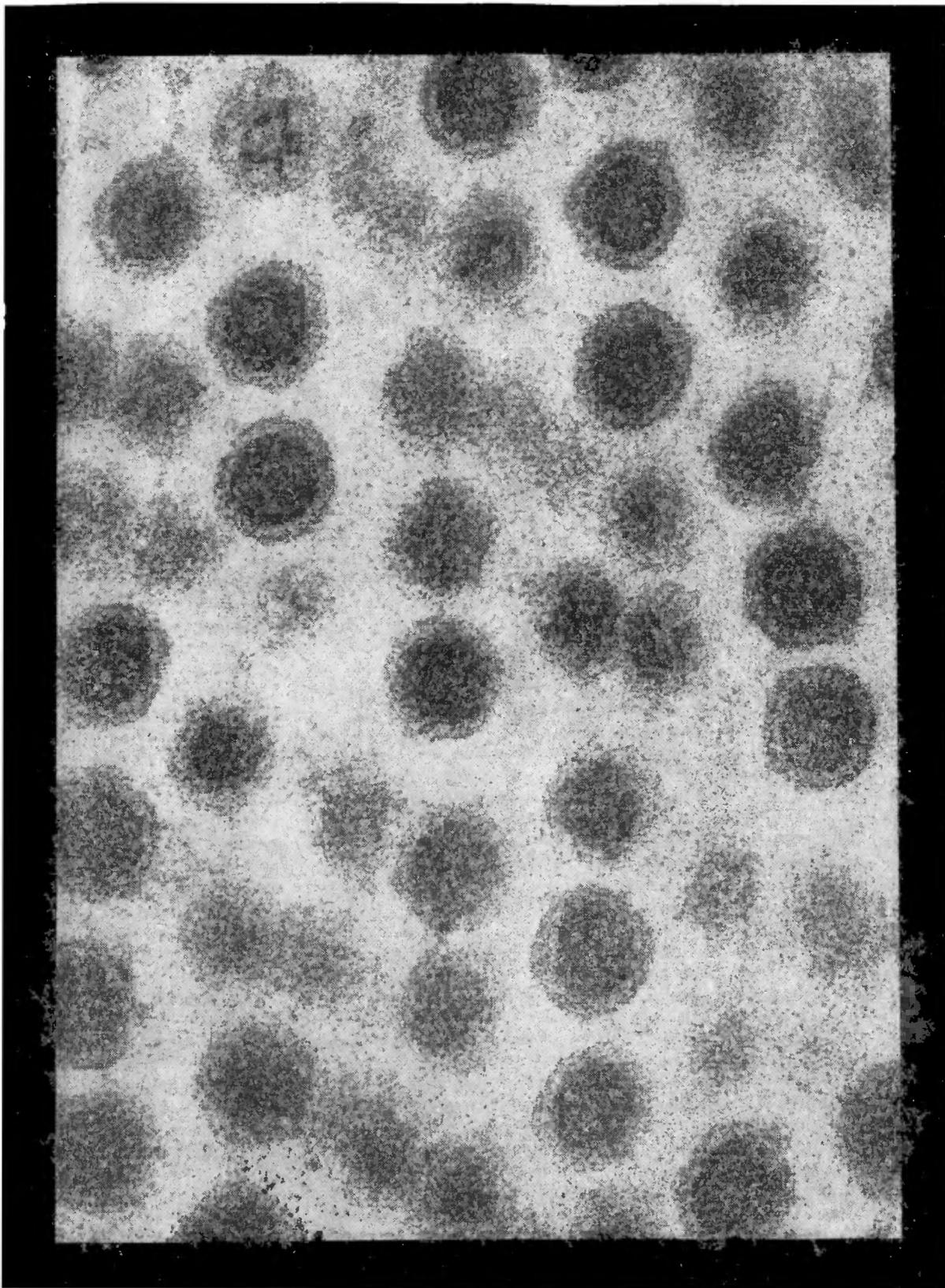
обнаруживает черты сходства в строении и образует 1,5 оборота.

Подведем итог рассказанному. В процессе эволюции на пути адаптации млекопитающих к водному образу жизни в основном перестраиваются наружное и среднее ухо. Звукопроводение под водой происходит при закрытом слуховом проходе со значительным увеличением коэффициента передачи звукового давления средним ухом (в 4—5 раз по сравнению с наземными млекопитающими), что обеспечивается анатомической перестройкой слуховых косточек и особенностями их расположения в барабанной полости. Механизм звукопередачи при закрытом слуховом проходе можно представить так: звуковая волна вызывает колебание частиц воды, что в свою очередь заставляет колебаться ткани, окружающие слуховой проход. Далее за счет колебания тканей происходит колебание стенок слухового прохода в диаметрально противоположных направлениях, вследствие чего изменяется объем изолированной от среды части

слухового прохода (проксимальная часть), которая наполнена воздухом. А уже в результате изменения этого объема создается переменное давление вблизи барабанной перепонки, что заставляет ее колебаться и передавать свои колебания на цепь слуховых косточек, а далее на жидкость улитки — к органу, воспринимающему звуки.

Итак, несмотря на плотно закрытый слуховой проход, в воде млекопитающие слышат так же хорошо, как и на воздухе. А у дельфинов орган слуха способен воспринимать даже сигналы ультравысокой частоты. Отличный слух под водой у животных обеспечивается описанными выше анатомическими перестройками разных отделов органа слуха.

Знание направления таких перестроек может оказаться полезным при моделировании некоторых процессов в технике.



# Медленные инфекции

В. А. Зуев  
Доктор медицинских наук

Первая половина нашего столетия отмечена огромными успехами медицинской вирусологии, связанными с открытием и изучением многочисленных вирусных агентов — возбудителей острых лихорадочных заболеваний. Указанная особенность развития науки о вирусах вполне понятна, ибо она диктовалась насущной необходимостью скорейшей разработки методов борьбы и профилактики с огромным числом болезней, которые по своим масштабам и тяжести несли прямую угрозу здоровью, а нередко и жизни человека. Достаточно вспомнить многочисленные пандемии оспы, гриппа, эпидемии желтой лихорадки, энцефалитов, гепатита и др.

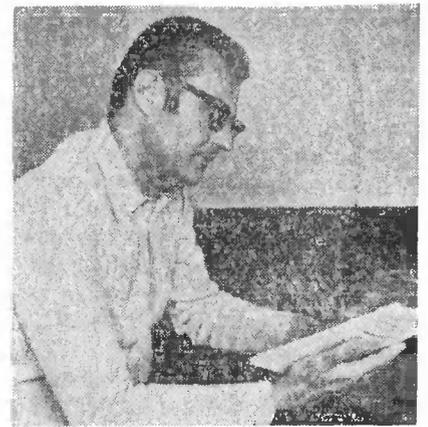
И поэтому нет ничего удивительного в том, что вызванные вирусами скрыто протекающие процессы первоначально плохо понимались специалистами, ибо они совершенно не укладывались в рамки существовавших представлений о неизбежности острой конфликтной ситуации при встрече клеток (тканей) с вирусными частицами. А между тем постепенно накапливались факты, свидетельствующие о возможности поддержания во внешне здоровом организме скрытой формы инфекции, при которой размножение вируса не сопровождается развитием признаков заболевания, характерных для данного возбу-

дителя<sup>1</sup>. В связи с этими фактами появился и новый термин, прочно укоренившийся в научной литературе: «персистенция» (от латинского — *persistentia*, что означает сохранение предыдущего состояния, упорство, постоянство). Следует подчеркнуть, что понятие «персистенция» (персистирование) отражает характернейшую особенность возбудителя в процессе поддержания скрытого инфицирования — его способность к размножению.

## Многоликий вирус

Большим стимулом к дальнейшему изучению проблемы скрытых инфекций послужило открытие аденовирусов. В 1953 г. группа американских вирусологов под руководством У. Роу приготовили из ткани миндалин внешне здорового ребенка взвесь отдельных клеток. Ткань культивировали в искусственной питательной среде в специальных стеклянных флаконах. При первых же посевах культур таких клеток в них обнаруживались признаки гибели клеток и вскоре вся культура подвергалась дегенерации. Так были открыты аденовирусы — виновники гибели клеток.

Естественно, что вирусологов заинтересовало, почему аденовирусы, персистирующие в организме человека, тем не менее не вызывают развития симптомов заболевания. Чтобы проверить свои предположения, исследователи добавляли в питательную среду клеток, зараженных аде-



*Виктор Абрамович Зуев, старший научный сотрудник лаборатории биологической активности нуклеиновых кислот Института эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи АМН СССР. Автор работ в области изучения противовирусного иммунитета, а также макромолекулярных механизмов взаимодействия бактериальных вирусов с клетками. Занимается созданием экспериментальных моделей персистентной гриппозной инфекции. Монография: Литическая активность бактериальных вирусов. М., 1969. Выступал в «Природе» (1973, № 9).*

*Аденовирус. Увелич. в 400 тыс. раз. Фото А. Ф. Быковского.*

<sup>1</sup> См., например, В. И. Гаврилов, В. А. Зуев. В поисках скрытой формы гриппа.— «Природа», 1973, № 9.

новирусами, небольшое количество специфических противовирусных антител. В этом случае клетки на протяжении нескольких пассажей прекрасно размножались и никаких признаков их дегенерации отметить не удавалось. Однако если при каком-то очередном пересеве таких клеток в питательную среду не добавляли противовирусных антител, то очень скоро дело заканчивалось полной гибелью всей клеточной культуры и накоплением больших количеств вируса в среде.

На основании полученных данных было сделано вполне обоснованное заключение, что в организме человека персистенция аденовирусов оказывается возможным благодаря наличию противовирусных антител, которые, не уничтожая полностью вирус, сдерживают его репродукцию в рамках «мирного сосуществования» с организмом.

Такое объяснение было простым и понятным, оно логически вытекало из проведенных опытов и, более того, хорошо подкреплялось известными фактами обнаружения в сыворотке крови многих внешне здоровых людей определенного количества противoadеновирусных антител.

Однако уже несколько лет спустя стало ясно, что описанный выше механизм персистенции вирусов в организме не может быть признан единственно возможным. Оказалось, что в различных системах с разными вирусами и клетками различного происхождения персистенция возбудителей может быть обусловлена либо вируслимитирующими факторами, находящимися внутри самой клетки (интерферон), либо интенсивным клеточным метаболизмом, либо неодинаковой чувствительностью клеток к вирусу.

Так или иначе, но к середине 60-х годов стало очевидным, что вирусы выступают не только в качестве возбудителей острых инфекционных заболеваний, но и могут поддерживать скрытую форму инфекции.

Ведущие вирусологи у нас в стране и за рубежом все более склоняются к мысли, что скрытая форма вирусной инфекции, пожалуй, наиболее распространенная и общая форма



взаимодействия вируса с клеткой, а острое вирусное заболевание — лишь проявление нарушения этого характерного равновесия.

### Мэди, висна, рида

...Сорок лет назад в Исландии наблюдались вспышки не известных ранее массовых заболеваний среди овец, импортированных из Германии для развития каракулеводства. Животные долгое время выглядели внешне совершенно здоровыми, и первые признаки болезни появились спустя много времени после прибытия на остров.

Исландский микробиолог Б. Сигурдсон<sup>1</sup>, исследуя таких животных, обратил внимание на определенное сходство в течении заболеваний даже в тех случаях, когда эти заболевания достаточно четко различались между собой. Так, например, одно из них — мэди — характеризовалось медленно

прогрессирующей пневмонией, два других — висна и рида — были связаны с поражением центральной нервной системы. Тем не менее Сигурдсон подметил необычное сходство в развитии этих болезней, которые возникали и развивались постепенно, без ремиссий, с медленным, но неуклонным нарастанием симптомов страдания, что принципиально отличало эти болезни от известных хронических заболеваний, характеризующихся на большом протяжении своего развития то усилением развития симптомов, то их угасанием или даже временным исчезновением (ремиссии).

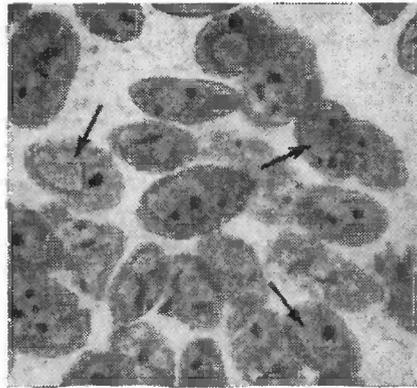
Учитывая все эти особенности, Сигурдсон предложил обозначить подобного рода заболевания как «медленные инфекции», основываясь на четырех главных признаках: 1. Продолжительный инкубационный период (месяцы и даже годы). 2. Длительное клиническое течение, неизбежно приводящее к смертельному исходу. 3. Наличие морфологических изменений лишь в одной системе органов.

<sup>1</sup> «Brit. Vet. J.», v. 110, 1954, p. 255.

*С л е в а.*

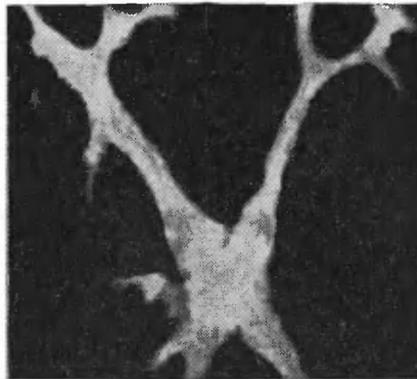
Кристаллоподобное скопление аденовируса в ядре зараженной клетки. Увелич. в ~ 13 тыс. раз.

Фото А. Ф. Быковского.



*С п р а в а.*

Признаки, характерные для заболевания ПСПЭ. Вверху — внутриядерные включения (показаны стрелками) в культуре мозговых клеток, полученных от пациента, страдавшего ПСПЭ. Увелич. в 675 раз. (По Дж. Баублису и Ф. Пейну, 1968.) Внизу — свечение коревого антигена в клетках мозга больного ПСПЭ. Метод флуоресцирующих антител. Увелич. в 650 раз. (По Дж. Баублису и Ф. Пейну, 1968.)



#### 4. Узкий круг восприимчивых хозяев.

Очень скоро после работ Сигурдсона на о. Новая Гвинея было обнаружено новое заболевание, но уже среди людей — куру, которое по характеру своего течения и развития полностью отвечало всем перечисленным выше признакам. Открытие куру в большой мере способствовало расширению исследований медленных инфекций, и в декабре 1964 г. в Бетезде (США) был проведен специальный симпозиум, посвященный медленным инфекциям.

С тех пор прошло 10 лет. Сегодня медленные инфекции включают в себя уже довольно значительную группу заболеваний. Этиология некоторых из них установлена, о большинстве других ничего пока не известно, хотя и накоплены интересные сведения. Указанным выше четырем признакам медленных инфекций соответствуют такие болезни человека и животных, как, например: куру, амиотрофический и боковой склероз (АБС), подострый склерозирующий панэнцефалит

(ПСПЭ), рассеянный склероз, подострая склерозирующая лейкоэнцефалопатия, бешенство и др.

Познакомимся поближе с некоторыми представителями этой новой и таинственной группы заболеваний.

### АБС

Более 100 лет назад известный французский невропатолог Ж. Шарко дал классическое описание заболевания центральной нервной системы — амиотрофический боковой склероз (АБС).

Заболевание поражает в основном людей в возрасте от 30 до 70 лет. В настоящее время в мире ежегодно заболевает 20 тыс. человек. Мировая статистика не обнаруживает различий в показателях заболеваемости в разных странах, кроме о. Гуам, где АБС встречается среди племени чаморро в 50 раз чаще, чем в других местах земного шара.

В нашей стране АБС регистрируется во всех климатических поясах в сред-

нем по 1, 2 случая на 100 тыс. человек. Советские исследователи О. А. Хондкариан и Г. А. Максудов<sup>1</sup> проанализировали распределение заболеваемости АБС по возрастам в 52 городах СССР:

Возраст больных	Число больных
20—30	63
31—40	363
41—50	337
51—60	383
61—70	283
71—80	27

Заболевание начинается с медленно прогрессирующей атрофии мелких мышц кисти. На ней начинают резко выделяться межкостные промежутки, благодаря чему кисть приобретает форму так называемой «когтистой лапы». Постепенно атрофия захватывает мышцы предплечья, плеча и туловища. Для мышц нижних конечностей характерны спастические параличи. Отсюда — нарушения походки, а в поздних стадиях болезни — невозможность передвижения. В это же время развиваются симптомы поражения ядер черепно-мозговых нервов — бульбарные явления: сиплость или даже отсутствие голоса, затруднения при жевании и глотании, атрофия мышц языка, губ, глотки. Эти последние симптомы болезни служат грозным предвестником смертельного исхода, наступающего при явлениях общего истощения и расстройства дыхания.

Причины развития столь тяжелых явлений при АБС кроются в поражении и гибели нервных клеток передних рогов и боковых столбов спинного мозга. Именно с этим и связано название этого тяжелого страдания — амиотрофический боковой склероз.

Возбудитель АБС до сих пор не известен. На этот счет существуют две точки зрения. Согласно первой из них, возбудитель считается инфекционным агентом в связи с высокой дисперсностью заболевания, ярко вы-

<sup>1</sup> О. А. Хондкариан, Г. А. Максудов. К эпидемиологии бокового амиотрофического склероза. — «Вестник АМН СССР», 1970, № 1.

раженным тропизмом к нервной ткани, наконец, в связи с возникновением комплекса симптомов АБС при ряде нейроинфекций (клещевой энцефалит, различные типы энцефаломиелитов и др.). Согласно второй теории, АБС представляет собой первично-дегенеративное заболевание, передающееся по наследству. Основным аргументом в пользу такого представления служат случаи семейных заболеваний, наблюдаемые даже в нескольких поколениях.

Однако результаты специальных многолетних исследований в Европе, Америке и Японии свидетельствуют о весьма невысокой частоте таких семейных заболеваний, процент которых колеблется от 1,7 до 12.

Очевидно, что доказательство инфекционной природы любого заболевания включает в себя введение испытуемого материала экспериментальным животным и развитие у них патологических процессов, воспроизводимых при последовательных пассажах. Основываясь на этих положениях, с 1953 г. в Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи АМН СССР под руководством Л. А. Зильбера — З. Л. Байдаковой, А. М. Гардашьян и другими учеными были начаты опыты на животных<sup>1</sup>. Первый успех пришел только спустя много лет, когда в 1962 г. исследователи впервые в мире сообщили о возможности передачи АБС макакам-резусам.

Обезьяны заражали суспензией мозговой ткани, полученной от человека, погибшего от АБС. Симптомы заболевания развивались лишь спустя 1—3,5 года после заражения. Заболевшие обезьяны были умерщвлены, и из их мозговой ткани приготовлена суспензия, которую вновь ввели здоровым животным. Через 3 года и у этих животных обнаружили признаки заболевания.

Заболевание у животных отличалось длительным течением и медленным нарастанием симптомов поражения

центральной нервной системы. Исследование спинного мозга заболевших обезьян позволило обнаружить поражения, весьма сходные с таковыми у людей, больных АБС.

Полученные результаты следует рассматривать как безусловный успех в исследовании возможной инфекционной природы болезни, имеющей более чем вековую историю изучения.

## ПСПЭ

В 1923 г. Дж. Даусон описал тяжелое прогрессирующее дегенеративное заболевание детей и подростков. Первые симптомы болезни характеризуются отсутствием аппетита, потерей веса, головными болями и головокружениями. Позднее присоединяются раздражительность, забывчивость, мелкие подергивания мышц конечностей. По мере развития заболевания у больного нарушается координация походки, появляются спастические парезы, наблюдается недержание мочи. Больные становятся плаксивыми, у них расстраивается речь, зрение, они перестают узнавать обычные предметы; быстро снижается интеллект, наступает кома и смерть.

Причины этого заболевания, известного под названием «подострый склерозирующий панэнцефалит» (ПСПЭ), долгое время оставались неизвестными.

В 60-х годах ПСПЭ начинает привлекать к себе внимание вирусологов. Первым удивительным открытием явилось обнаружение в сыворотке крови и в спинномозговой жидкости таких больных детей антител к вирусу кори в концентрации, в 400 раз большей, нежели у здоровых детей.

Очень скоро было показано, что мозговые клетки больных содержат включения, аналогичные внутриклеточным включениям при коревой инфекции. Ультратонкие срезы таких клеток, исследованные в электронном микроскопе, позволили выявить внутри включений большое количество кореподобных частиц. Наконец, последнее косвенное доказательство роли вируса кори в этом фатальном заболевании было получено с помощью метода флуоресцирующих

антител после того, как срезы клеток обрабатывали различными сыворотками, меченными ярко флуоресцирующим веществом — изотиоцианатом флуоресцеина. Пораженные мозговые клетки ярко светились лишь в том случае, если они обрабатывались именно меченой противокоревой сывороткой.

Казалось, что до получения прямого доказательства коревой природы заболевания оставался всего один шаг — выделение инфекционного вируса кори, но... именно здесь исследователи подстерегали большие трудности. «Шаг» растянулся на годы напряженнейшего труда различных лабораторий мира, так как предпринятые попытки выделения инфекционного вируса заражением различных животных или клеточных культур гомогенатами мозговых клеток больных оказались безуспешными.

В 1968 г. удалось воспроизвести хронический энцефаломиелит у хомяков, которым вводили суспензии мозговых клеток больных детей. Однако выделить вирус кори из мозга таких хомяков все же не удавалось, несмотря на сходство клинических проявлений болезни, характера клеточных поражений и даже типа электроэнцефалограмм у животных и у людей, страдающих ПСПЭ. Цель казалась уже близкой, когда в различных лабораториях предприняли культивирование клеток, полученных из кусочков головного мозга больных. В таких культурах наблюдали появление гигантских многоядерных клеток, а также внутриклеточных включений, характерных для вируса кори; методом флуоресцирующих антител в них обнаруживался коревой антиген.

Успех выпал на долю группы американских исследователей из Национального института неврологических заболеваний в Бетезде, которые, применив метод смешанного культивирования мозговых клеток и клеток HeLa<sup>1</sup>, выделили в таких смешанных культурах инфекционный вирус кори. Таким образом была доказана при-

<sup>1</sup> Л. А. Зильбер, З. Л. Байдакова, А. М. Гардашьян, Н. В. Коновалов, Т. Л. Бунина, Е. М. Барабадзе. О возможной вирусной этиологии бокового амиотрофического склероза. — «Вопросы вирусологии», 1962, № 5.

<sup>1</sup> Названные по двум первым буквам имени и фамилии больной, страдавшей раком шейки матки, — Helena Lake, у которой была взята опухолевая ткань для культуры клеток, используемая уже 22 года.

чинная роль коревого вируса в этом смертельном заболевании.

Значение результатов этих исследований трудно переоценить. ПСПЭ развивался только у тех детей, которые в свое время либо переболели корью, либо были вакцинированы живой противокоревой вакциной. Отсюда следует, что выздоровление после кори может вовсе не означать освобождения от коревого вируса, который сохраняется в организме, персистируя в клетках головного мозга. Такое персистирование оказывается весьма продолжительным. Описан случай, когда ПСПЭ развился спустя 17 (!) лет после перенесения кори. Факты и доводы, естественно, наводили на мысль, что пожизненный иммунитет при кори носит нестерильный характер. Иными словами, после перенесенного заболевания в организме формируется и поддерживается латентная коревая инфекция, которая и обуславливает последующую невосприимчивость организма к повторному заболеванию. Подобное объяснение кажется вполне вероятным, тем более оно хорошо согласуется с известными фактами приобретения иммунитета к гомологичному вирусу организмом или клеточными культурами, в которых поддерживается латентная форма вирусной инфекции. Наконец, следует напомнить, что еще за несколько лет до выделения вируса от больных ПСПЭ Г. Эндерс-Рюкле выделил вирус кори из культур клеток селезенки и лимфатических узлов взрослых людей, которые в детстве перенесли корь.

В 1965 г., когда были опубликованы эти данные, они встретили весьма скептический прием, однако после 1969 г. эти результаты стали рассматриваться как чрезвычайно важный аргумент в пользу представления о длительном персистировании вируса кори после перенесенного заболевания.

Именно в связи с этим возникает и последний вопрос — о возможных причинах возникновения ПСПЭ. В самом деле, если корью, за редким исключением, переболевают почти все и, следовательно, вирус кори длительно персистирует в организме у подавляющего числа людей, то почему же столь редки случаи ПСПЭ?

До сих пор нет однозначного отве-

та на этот вопрос, хотя его обсуждение продолжается уже в течение пяти лет. Современные представления могут быть подытожены в двух главных концепциях.

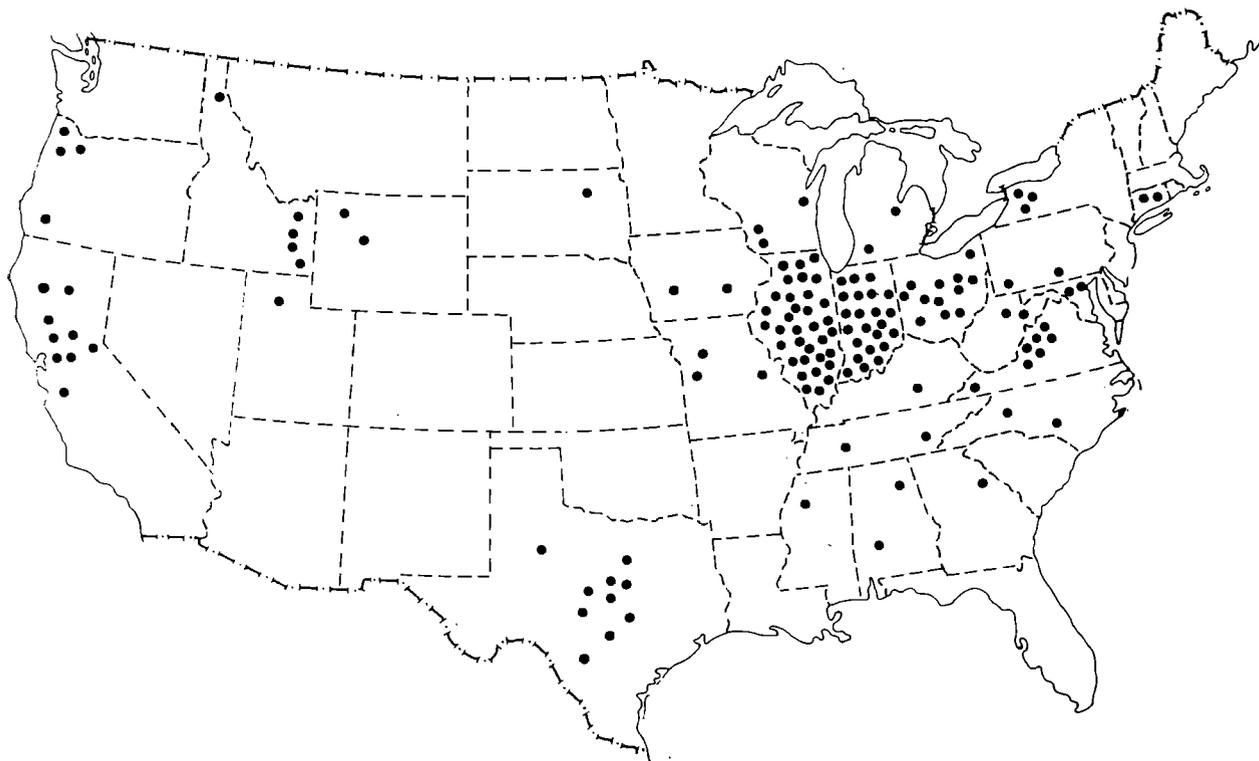
Первая из них усматривает в основе патогенеза ПСПЭ развитие иммунопатологических процессов, которые, как, например, предположил виднейший современный австралийский вирусолог М. Бернет, связаны с отсутствием реакций клеточного иммунитета на фоне патологически усиленной способности органов иммуногенеза вырабатывать противокоревые антитела. Другой иммунопатологический механизм может обуславливаться тем, что вирус кори, подобно другим представителям группы миксовирусов, покидая мозговую клетку, может включать в состав своей наружной мембраны компоненты клеточной оболочки с содержащимися в них клеточными антигенами. Поэтому антитела к такой вирусной частице будут, естественно, «атаковать» и клетки головного мозга, вызывая тем самым развитие характерных поражений центральной нервной системы. Наконец, в 1973 г. были опубликованы результаты эпидемиологического анализа 43 случаев ПСПЭ, каждый из которых подтвержден клинически и серологически. При этом для каждого больного находили соответствующий «контрольный экземпляр» того же возраста и пола, проживающий в идентичных условиях. Исследователями были учтены также все члены семьи, родители и близкие друзья больных и контрольных детей. Все отобранные лица были тщательно осмотрены, опрошены по разработанной схеме и обследованы. После обработки полученных данных обнаружили, что больные ПСПЭ перенесли корь в очень раннем возрасте: 31 ребенок перенес корь в возрасте до 15 месяцев, остальные 12 — в возрасте до 1 года. В то же самое время в контрольной группе детей, не страдавших ПСПЭ, не было ни одного случая кори в возрасте до 1 года, и средний возраст заболевания корью соответствовал 48 месяцам. Исследователи пришли к выводу, что раннее заболевание корью может играть существенную роль в возникновении ПСПЭ.

Давно и хорошо известно, что мать передает плоду через плаценту антитела ко многим возбудителям инфекционных болезней, чем и объясняется относительная невосприимчивость к инфекциям детей в возрасте до 6—12 месяцев. Заражение корью в этот период может вызывать неполную иммунологическую реакцию самого организма ребенка, что и создает условия для персистирования вируса.

Вторая точка зрения сводится к тому, что после перенесенной кори вирус персистирует в мозговых клетках в репрессированной форме и развитие ПСПЭ обуславливается его активацией. Что же может вызвать активацию вируса?

Группа исследователей, работающая под руководством известного американского вирусолога Х. Копровского в Вистар-институте в Филадельфии, не рассматривает возбудителя ПСПЭ как истинный коревой вирус и полагает, что ПСПЭ возникает в результате взаимодействия кореподобного вируса с другим вирусом, который сам по себе не способен переходить из клетки в клетку и существует в тканях человека, не вызывая заболевания.

В связи с высказывавшимся выше мнением о возможности участия в возникновении ПСПЭ какого-либо иного вируса, помимо вируса кори, следует напомнить, что еще 18 лет назад описано медленно развивающееся дегенеративное заболевание у собак, характеризующееся поражением центральной нервной системы. Были представлены доказательства, что подобное заболевание вызвано вирусом чумы этих животных. Оказывается, что вирус кори и вирус чумы собак весьма схожи между собой по морфологии вирионов, антигенным свойствам, а также по характеру патологического процесса в организме хозяев и инфицированных клеточных культур. В анамнезе больных ПСПЭ уже не раз подчеркивалось тесное общение с животными. Недавно японские исследователи представили интересные результаты определения антител к вирусу чумы собак и к вирусу кори у больных ПСПЭ. Оказалось, что у больных ПСПЭ отношение антител «вирус чумы собак: вирус ко-



Очаги скрепи в США за 1947 — 1964 гг. (из сб.: «Stow, latent and Temperate virus infections». Washington, 1965.)

ри» было в 50 раз выше, чем при коревой инфекции и у вакцинированных против кори детей.

Таким образом, вопрос о возбудителе ПСПЭ до сих пор служит предметом горячих обсуждений и интенсивных исследований. Можно не сомневаться, что в скором времени новые факты будут способствовать его окончательному решению. Не исключено, что все эти концепции внесут свой вклад в установление истины, ибо коревая природа возбудителя ПСПЭ совершенно очевидна. Отличия же свойств этого возбудителя от свойств вируса кори обычного типа, с одной стороны, по-видимому, действительно лежат в пределах известных колебаний штаммовых различий, с другой — могут быть обусловлены вмешательством второго партнера. Так или иначе, сегодня вирусология располагает богатым эксперименталь-

ным материалом, убедительно свидетельствующим, что в процессе длительного персистирования вирусов нередко происходят изменения их свойств, затрагивающие и такие важные из них, как степень патогенности для организма. Остается лишь добавить (и это не вызывает сомнений), что развитие ПСПЭ связано с извращением иммунологической реакции организма. Весь вопрос лишь в том, является ли это причиной или следствием вирусного персистирования.

## Скрепи

Среди заболеваний овец, вызывающих эпизоотию в США, Великобритании, Канаде и других странах, одно представляет собой смертельную энцефалопатию — скрепи. Точные сведения о скрепи долгое время умышленно скрывались по коммерческим соображениям. Сегодня установлено, что возбудитель скрепи — фильтрующийся агент. Заболевание развивается после необычайно длительного инкубационного периода — от нескольких месяцев до нескольких лет и всегда заканчивается гибелью животного.

У больных овец появляются признаки резкого раздражения кожи, они трутся об изгородь, скусывают себе кожу.

В мозгу пораженных животных обнаруживается весьма необычная для инфекционного заболевания картина: без признаков воспаления образуются вакуоли, количество которых оказывается столь велико, что мозг напоминает губку. Подобная картина характерна не только для скрепи, но и для некоторых других медленных инфекций (куру, болезнь Крейтцфельда-Якоба, трансмиссивная энцефалопатия норок), которые благодаря этому признаку были объединены в группу так называемых «губкообразных энцефалопатий».

До сих пор остается неизвестным способ передачи скрепи в природе, хотя предполагают, что она может осуществляться главным образом контактным путем. Пятнадцать лет назад скрепи удалось передать грызунам. При этом оказалось, что в результате последовательных пассажей на мышах инкубационный период уменьшается до 4—5 месяцев. Это имеет крайне важное практическое

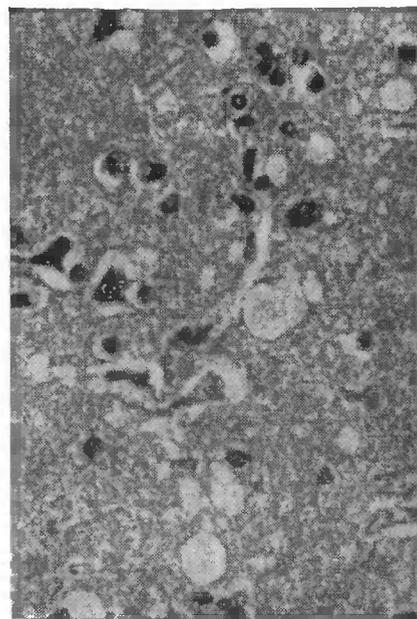
значение в деле изучения свойств самого возбудителя.

В настоящее время скрепи экспериментально воспроизведена на мышах, крысах, сирийских и китайских хомяках, и недавно удалось вызвать заболевание у норок. Последний результат имеет очень большой интерес в связи с тем, что клиническая картина заболевания скрепи у норок и изменения в мозговой ткани оказались сходными с таковыми при другой медленной инфекции — естественной энцефалопатии норок. Ранее эти две медленные инфекции различали между собой по видам чувствительных хозяев. Сегодня полагают, что это два варианта одной и той же болезни. Примечательно, что при развитии заболевания в органах, исключая центральную нервную систему, при полном отсутствии патологических изменений, возбудитель обнаруживается в концентрации, равной 10 млн смертельных доз в 1 г ткани.

Изучение возбудителей медленных инфекций в значительной мере затрудняется тем, что их не удается полностью отделить от липопротеидных компонентов клетки, так что по сути дела под термином «возбудитель» подразумевается содержащая возбудителя осветленная суспензия мозга больных животных. Тем не менее, такое косвенное исследование биологических и физических свойств возбудителей медленных инфекций принесло немало удивительных сведений, большая часть которых как раз и касается возбудителя скрепи.

Размер возбудителя лежит в пределах от 23 до 27 нм, что соответствует величинам мельчайших из известных вирусов, патогенных для человека и животных (вирусы ящура и полиомиелита).

Учитывая данные, полученные при изучении свойств различных вирусов в неочищенных суспензиях, особенно на первых порах их исследования, естественно вызывает удивление чрезвычайно высокая резистентность возбудителя скрепи к действию инактивирующих факторов. Так, возбудитель скрепи оказался высокорезистентным к нагреванию, он выдерживает температуру 80° и даже полностью не инактивируется при 10-минутном кипячении.

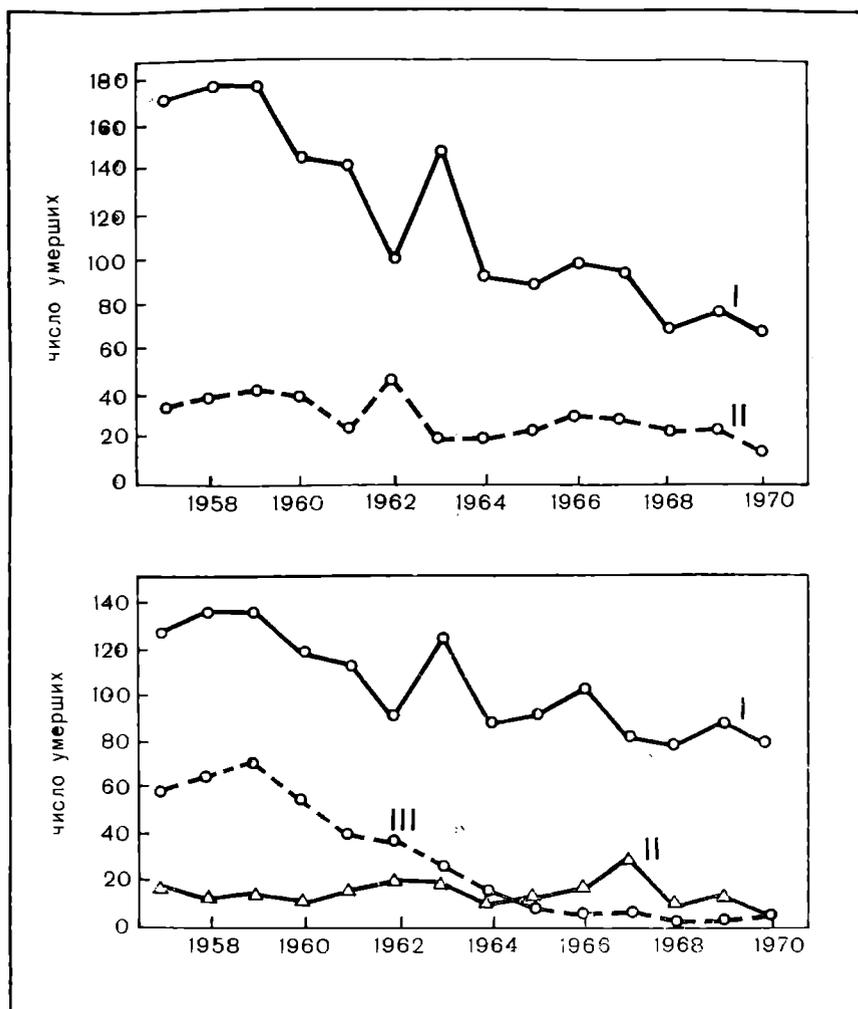


*Признаки, характерные для заболевания скрепи и куру. Вверху — губкообразное состояние мозговой ткани мыши, пораженной скрепи. Увелич. в 420 раз. (По В. Злотнику, 1965). Внизу — губкообразные изменения в коре головного мозга 14-летнего мальчика, погибшего от куру. (По М. А. Пойману, 1965.)*

Возбудитель скрепи не теряет своей инфекционной активности при хранении в лиофилизированном<sup>1</sup> виде в течение 24 месяцев. Не менее удивительна устойчивость возбудителя к формалину, детергентам, ацетону. Его активность не снижалась после 34 циклов замораживания (—70°) и оттаивания (+37°). Очень высокая устойчивость к действию ультрафиолетовой и ионизирующей радиации была многократно проверена и подтверждена. Результаты всех этих опытов подтвердили мнение о своеобразии структуры возбудителя. В самом деле, если агент скрепи, подобно известным вирусам, содержит в качестве генетического материала нуклеиновую кислоту, то ее молекула должна быть уникальной по своей резистентности к радиации или, с другой стороны, должна обладать высокоактивными репарирующими системами, либо, наконец, необходимый для репродукции агента геном должен обладать очень маленькими размерами. Некоторые исследователи даже высказали мнение, что возбудитель скрепи, возможно, вообще не содержит нуклеиновой кислоты, а представляет собой самореплицирующиеся молекулы протеина, щелочного протеина и полисахарида. В пользу последней гипотезы говорят данные, полученные английскими учеными, которые, располагая высокоинфекционным материалом возбудителя скрепи, не смогли обнаружить в нем определяемых количеств нуклеиновых кислот.

В последние годы были предприняты тщательные электронномикроскопические исследования коры головного мозга животных, зараженных скрепи. В разбухших отростках нейронов и внутри вакуолей обнаружены частицы диаметром около 35 нм. При этом обращало на себя внимание присутствие большого количества разорванных мембран и фрагментов мембран в местах скопления частиц или в пораженных участках. Последнее обстоятельство заслуживает особенно большого внимания в связи с тем, что ранее уже неоднократно подчеркивалась тесная связь инфекционной активности возбудителя с мембранны-

<sup>1</sup> Лиофилизация — высушивание из замороженного состояния.



Смертность от кори. Вверху — среди женщин (I) и мужчин (II). (По Д. Л. Ашеру и др., 1973.)  
Внизу — смертность от кори за 1957—1970 гг. I — взрослые, II — дети, III — подростки. (По Д. Л. Ашеру и др., 1973.)

ми фракциями пораженных клеток.

Вопрос о природе возбудителя скрепи подвергся подробному обсуждению на последнем Международном конгрессе вирусологов в Будапеште. При этом отмечалось, что хотя большинство исследователей до сих пор придерживается вирусной природы возбудителя, тем не менее, имеются три существенных отличия, которые ставят под сомнение такой взгляд. Первое из них связано с почти полной резистентностью возбудителя к обработке 0,2% β-пропиолактоном, который, как известно, быстро инактивирует все известные вирусы. Кроме того, возбудитель оказался высокочувствительным к легкому окислению периодатом в условиях, в кото-

рых это окисление специфично для молекул углеводов. Третье, и возможно самое важное отличие — высокая, как уже упоминалось, степень устойчивости к ультрафиолетовому свету.

Следует подчеркнуть, что хотя упомянутые выше три отличительных особенности сами по себе и не отвергают возможной вирусной природы возбудителя, однако эти факты достаточно серьезно обосновывают возможность того, что активность скрепи выражается в сложном соединении углеводов, липидных и белковых молекул, обнаруживаемых в мембранах. Иными словами, это означает, что возбудитель скрепи является интегральной частью некоторых

клеточных мембран, и биологическая активность зависит от сохранения основной архитектуры компонентов мембраны.

Следует помнить, что те агенты и растворители, которые вызывают наиболее эффективное разрушение клеточных мембран, оказывают наибольший инактивирующий эффект на возбудителя скрепи.

Высокая чувствительность агента к легкому окислению периодатом наводит на мысль, что генетические изменения возбудителя могут быть закодированы в изменениях специфической последовательности сахарных остатков, прикрепленных к белковой основе, а репликация осуществляется ферментами клетки хозяина.

## Куру

Более 20 лет назад один австралийский чиновник при посещении племен восточной части о. Новой Гвинеи обратил внимание на девочку, которая сидела возле костра. Ребенок дрожал и раскачивал головой из стороны в сторону. На вопрос о том, что с ней происходит, он получил невразумительный ответ о колдовстве и неминуемой гибели ребенка.

...На восточном плоскогорье о. Новой Гвинеи на территории, общей площадью в 1000 км<sup>2</sup> живут племена, численностью в 30 000 человек. Здесь с конца 1956 г. под руководством американского вирусолога К. Гайдюшека началось изучение трагической судьбы племени форэ, пораженного смертельным заболеванием, которое сегодня известно под названием «куру».

Заболевание начинается с того, что больной вдруг ощущает неловкость при ходьбе. Иногда это ощущение сопровождается болями в коленных суставах, головной болью, насморком. Нарушения координации движений нарастают, появляется характерное дрожание конечностей, больной уже не может ходить без посторонней помощи, а затем и сидеть; у него нарушается речь, появляются необоснованные приступы веселья, смеха (отсюда первое название болезни — «хохочущая смерть»). Сознание при этом не мутнеет. Болезнь, как правило, длится 9—12 мес. Смерть наступает от расстройства глотания.

Изменения при куру затрагивают только центральную нервную систему и выражаются в появлении характерной губчатости нейронов серого вещества с гипертрофией и размножением астроцитов; в мозжечке появляются аморфные бляшки. Как уже упоминалось выше, заболевание, благодаря характерной картине поражения мозгового вещества, относится к группе губкообразных энцефалопатий.

Антропологи предполагают, что куру появилось примерно около 50 лет назад. Заболевание поражает только представителей племени форэ и несмотря на то, что в течение последних 15 лет тысячи европейцев и

жителей других народностей Новой Гвинеи посещали восточное плоскогорье, у них ни разу не было зарегистрировано подобного заболевания. Болезнь преимущественно поражает женщин и детей. Был составлен специальный список используемых племенем форэ веществ (краски для тела, лекарства, приправы и проч.), однако более чем 400 веществ животного и растительного происхождения употреблялись как больными, так и не болевшими лицами.

В настоящее время стала очевидной инфекционная этиология этого заболевания. В лаборатории Д. К. Гайдюшека заболевание куру удалось передать от 11 больных людей 18 шимпанзе, которые заболели спустя 14—39 месяцев после внутримозгового введения им суспензии мозговой ткани погибших людей. В результате трех последовательных пассажей от шимпанзе к шимпанзе инкубационный период заболевания уменьшился до 10—18 месяцев. Признаки болезни у зараженных обезьян оказались весьма сходными с таковыми у людей. Большое сходство было отмечено и при исследовании мозга погибших обезьян. Инфекционный агент был выявлен и во внутренних органах животных, в которых при этом никогда не находили никаких гистопатологических изменений. Все попытки обнаружить антитела к возбудителю как у людей, так и у животных, закончились безрезультатно.

Помимо шимпанзе куру удалось передать, заражая человеческим мозгом южноамериканских обезьян 3 видов (паукообразных, белкообразных и капуцинов), а также обезьяну макаку разус. Причем, интересно, что в последнем случае инкубационный период равнялся 8,5 годам!

Передача куру обезьянам открыла реальные возможности изучения возбудителя этого заболевания. Так, недавно агент, вызывающий куру, обнаружен в культуре клеток, полученной из инфицированного мозга после 70-дневной инкубации. Оказалось, что возбудитель куру не инактивируется при 30-минутном прогревании при 85°, он легко проходит через мембранные фильтры с диаметром пор 450 и 220 нм, но задерживается мембранами с порами 100 нм. В 1 г

инфицированного мозга шимпанзе обнаружено до 10<sup>7</sup> смертельных доз возбудителя куру. Столь значительная концентрация агента, казалось бы, позволяла увидеть его в электронном микроскопе, учитывая, что по данным ультрафильтрации размеры возбудителя должны превышать 100 нм. Однако даже во фракциях мозговых суспензий, полученных центрифугированием в градиенте плотности с последующим концентрированием методом ультрацентрифугирования, не было обнаружено иных структур, кроме фрагментов клеточных мембран.

Таким образом, инфекционная этиология куру постепенно получает все большее экспериментальное обоснование. Между тем, для полного представления о причинах этого ужасного заболевания необходимо учитывать и роль генетических факторов. Эта мысль впервые возникла в связи с тем, что заболевание куру, как уже упоминалось выше, поражает только представителей племени форэ, в то время как среди других племен восточного плоскогорья Новой Гвинеи, куру никогда не встречалось. Проведенные в этой связи специальные исследования подтвердили гипотезу о генетической детерминированности предрасположения к куру. Предрасположенными оказываются гомозиготные индивидуумы обоего пола и гетерозиготные взрослые женщины.

## Висна

Изучение одной из «овечьих болезней» — висны — приблизило разгадку одной из тайн медленных инфекций. Болезнь эту, вызывавшую значительные эпизоотии, подробно описали исландские микробиологи. Возникая незаметно, с легких парезов, висна заканчивается общим параличом и гибелью животных.

При вскрытии у погибших овец обнаруживали многочисленные инфильтраты в мозговых оболочках, а также в белом веществе мозговой ткани. В легких, лимфатических узлах и селезенке отмечалось усиленное размножение ретикулоэндотелиальных элементов. Ни в каких других органах и тканях изменений не наблюдалось.

Клинические симптомы при экспериментальном заражении овец сус-

пензиями мозга погибших животных совпадали с симптомами естественно-го заболевания, что и позволило установить продолжительность инкубационного периода — от 6 месяцев до 6 лет.

Заболевание вызывается вирусом, который был открыт в Исландском Институте экспериментальной патологии (г. Рейкьявик) Б. Сигурдсоном, Х. Тормаром и П. Полсоном в 1960 г. Вирус к моменту гибели животных накапливается в различных органах в значительных количествах. До появления характерных признаков заболевания вирус обнаруживается в спинномозговой жидкости, крови и, что особенно важно, в слюне овец. Легко представить, сколь опасны животные в инкубационный период, являясь источником рассеивания вируса во внешней среде. Хотя внешне они выглядят совершенно здоровыми.

Весьма примечательно, что в организме зараженных животных одновременно с накоплением вируса висна происходит и накопление антител к этому вирусу. Антитела обладают способностью нейтрализовать вирус, как это показано в опытах на клеточных культурах. Однако при этом нейтрализующий эффект оказывается выраженным лишь в том случае, если перед заражением клеток смесь вирус — антисыворотка выдерживается при повышенной температуре в течение длительного времени.

Обращает на себя внимание и тот факт, что симптомы заболевания развиваются, несмотря на накопление в сыворотке и спинномозговой жидкости специфических антител — эти антитела не спасают животное от гибели.

Сегодня точно установлено, что вирус висна является РНК-содержащим вирусом с размерами частиц 85 нм, грубосферической формы. В центральной части вириона расположен осмиофильный стержень диаметром 35 нм, отделенный от наружной мембраны зоной с низкой плотностью для электронов. Поверхность вириона покрыта многочисленными отростчатыми структурами длиной около 10 нм, характерными для С-типа частиц онкорнавирусов. Вирус легко разрушается эфиром, хлороформом, этиловым спиртом, формальдегидом, трип-

сином. Он полностью инактивируется 10-минутным прогреванием при 56° и не обладает гемагглютинирующими и гемадсорбирующими свойствами. Вместе с тем, установлена высокая устойчивость вируса висна к действию ультразвука и многократному замораживанию и оттаиванию. Вирус оказался в 10 раз устойчивее к ультрафиолетовому облучению по сравнению с вирусами полиомиелита, герпеса и болезни Ньюкасла.

Вирус висна хорошо размножается в культуре клеток из различных органов овец, вызывая дегенерацию клеточного пласта. В питательной среде таких культур накапливается до  $10^8$  инфекционных доз вируса, который при заражении овец вызывает характерную картину заболевания висна.

Мы не случайно привели столь подробную характеристику этого вируса. По своим свойствам вирус висна напоминает представителей обширной группы онкорнавирусов (РНК-содержащих онкогенных вирусов). К этому следует добавить, что в составе частиц вируса висна сравнительно недавно обнаружена РНК-зависимая ДНК-полимераза (обратная транскриптаза, или ревертаза), столь характерная для структуры онкорнавирусов.

Долгое время оставалось непонятным, как РНК-содержащие онкогенные вирусы могут персистировать в трансформированных ими клетках. Согласно вирусно-генетической теории образования опухолей Зильбера (1946), геном онкогенных вирусов объединяется (интегрирует) с геномом клетки. Эта концепция казалась приемлемой для ДНК-содержащих онкогенных вирусов, генетический материал которых был представлен ДНК и потому, в принципе, мог объединяться с ДНК клетки. В случае с РНК-содержащими онкогенными вирусами подобное объяснение представлялось неприемлемым. Однако несколько лет назад американский вирусолог и биохимик Г. Темин обнаружил в клетках, инфицированных вирусом саркомы Рауса (РНК-содержащий вирус), синтез новой ДНК<sup>1</sup>.

Позднее целый ряд исследователей показал, что синтез такой новой ДНК осуществляется с мРНК вируса с помощью ревертазы. Вновь синтезированная ДНК и интегрирует с геномом клетки<sup>1</sup>.

Исследования эти дали экспериментальное подтверждение вирусно-генетической теории Зильбера, превратив ее в доктрину.

Вот почему вирус висна, по своим физико-химическим свойствам близкий к онкорнавирусам, да еще содержащий в своем составе обратную транскриптазу, вызвал такой живой интерес у вирусологов. И недавно многочисленные попытки выявить онкогенные потенции у вируса висна принесли наконец успех вирусологам Н. Такемото и Л. Стоуну из Национального ракового института (США), которые получили трансформацию мышинных клеток этим вирусом. Очаги трансформации появлялись спустя 3 недели после заражения клеток. Но после этого инфекционный вирус не обнаруживался ни в питательной среде, ни в клетках. Ученые не могли выявить в измененных клетках даже вирусный антиген.

Такие «безмолвствующие» клетки прошли 3 пассажа, но стоило смешать их с культурой клеток овец, как сразу же выявился инфекционный вирус висна. Более того, если трансформированные вирусом висна мышинные клетки вводили мышатам, которых предварительно облучали X-лучами, то у таких мышат развивались большие опухоли, представляющие собой типичные фибросаркомы, которые могли перевиваться от животного к животному.

И вот здесь мы сталкиваемся еще с одним парадоксом медленных инфекций. Вирус висна имеет много общих черт с опухольными вирусами, «для этих целей» вирус содержит в своем составе специальный «инструмент», наконец, этот вирус способен вызывать опухоли в искусственных условиях! А в естественных условиях?

А в естественных условиях, т. е. у овец, зараженных вирусом, никогда не было обнаружено опухольных изменений. Иными словами, в природе

<sup>1</sup> Г. Темин. РНК направляет синтез ДНК. — «Природа», 1972, № 9.

<sup>1</sup> Подробнее см. С. М. Гершензон. Ревертаза, генетика и рак. — «Природа», 1973, № 3.

вирус ведет себя не как онкогенный, а как инфекционный (цитологический) агент. На этом основании в настоящее время появилось предположение, что вирус висна и некоторые другие представители возбудителей медленных инфекций образуют некий эволюционный мостик между цитолитическими и онкорнавирусами: в условиях естественной инфекции они вызывают медленное развитие патологических изменений, не сопровождающееся онкогенезом; однако они обладают онкогенным потенциалом, который могут реализовать в некоторых специфических условиях.

\*

История изучения медленных инфекций насчитывает 20 лет. Открытие этих заболеваний и первое знакомство с ними вызвали некоторое замешательство. Здесь все казалось необычным: и огромный инкубационный период, и особенности поражения тканей и, наконец, фатальная неизбежность смерти. Все это вместе взятое естественно будило представление о необычности самих возбудителей таких заболеваний. Вот почему в течение многих лет в научной литературе существовал термин «медленные вирусы». Тем самым, все особенности этих заболеваний, а, главное,— их медленное развитие — целиком и полностью связывались со свойствами самого инфекционного агента. Результаты изучения свойств возбудителей скрепи и куру, казалось бы, и в самом деле обосновывали подобное мнение.

Но шли годы, накапливались факты и среди них такие, которые заставили по-новому взглянуть на всю проблему в целом. К числу таких открытий следует прежде всего отнести открытие вируса висна, который, как вскоре было показано, при заражении культур клеток овец вызывает быстро наступающий цитопатический эффект, типичный для громадного большинства известных вирусных агентов. С другой стороны — открытие коревой этиологии ПСПЭ, когда вдруг обнаружилось, что возбудителем типичной медленной инфекции может быть столь хорошо нам всем знакомый, такой «домашний» вирус кори!

Следовательно, вирус, первона-

чально известный как возбудитель медленной инфекции, в определенных условиях может вызывать развитие острого (цитолитического) инфекционного заболевания и, наоборот, вирус, многие десятилетия известный как возбудитель острого инфекционного заболевания в определенных условиях может стать причиной развития медленной инфекции.

Вот почему сегодня в списке возбудителей медленных инфекций представлены вирусы инфекционной анемии лошадей, лимфоцитарного хориоменингита мышей, чумы собак, бешенства и некоторые другие.

Вирус бешенства, например, был включен в этот перечень на основании недавно описанных случаев заболевания, с необычайно длительным инкубационным периодом.

Таким образом круг возбудителей медленных инфекций начал постепенно расширяться, включая в себя давно и, казалось, хорошо известных представителей царства вирусов.

Согласно современным представлениям, медленные инфекции могут быть вызваны так называемыми обычными вирусами, обладающими абсолютной или относительной способностью вызывать медленные инфекции и необычными вирусами. К первой подгруппе относят онковирусы человека и животных (полиомы, миксоматоза и др.), ко второй — вирус кори, чумы собак и др. Группа необычных вирусов включает возбудителей скрепи, куру, болезни Крейцфельда-Якоба и АБС, природа которых до сих пор остается не выясненной. Главной предпосылкой возникновения медленной инфекции под действием обычных вирусов является прежде всего формирование персистентной инфекции, характеризующейся установлением своего рода равновесия между вирусом и клетками. Нарушение такого равновесия в пользу вируса и может приводить к развитию медленной инфекции. Учитывая уже известную способность подавляющего числа вирусов формировать персистентную инфекцию, задача исследователей в сущности сводится к поискам таких «нарушителей» и изучению механизмов вытекающих отсюда последствий.

УДК 576.858

## Рекомендуемая литература

Д. Л. Ашер, Е. Бэк, Д. К. Гайдушек, К. И. Гиббс. ГРУППА ПОДОСТРЫХ СПОНГИОЗНЫХ ЭНЦЕФАЛОПАТИЙ: МЕДЛЕННЫЕ ИНФЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.— «Вестник АМН СССР», 1970, № 10.

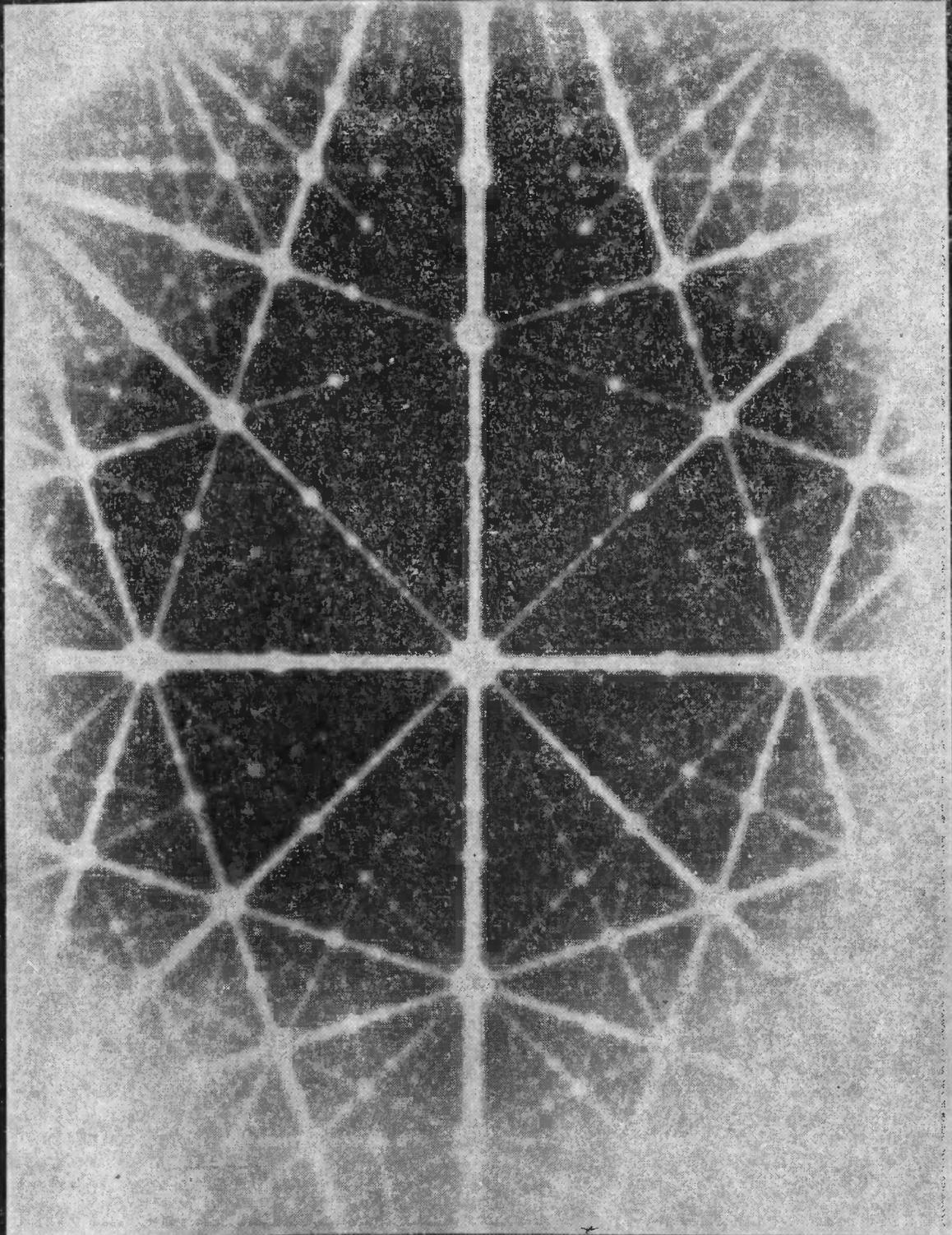
Д. Л. Ашер, Д. К. Гайдушек, К. И. Гиббс. ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ПОДОСТРЫХ СПОНГИОЗНЫХ ЭНЦЕФАЛОПАТИЙ.— Там же, 1973, № 2.

В. И. Гаврилов, В. А. Зуев. В ПОИСКАХ СКРЫТОЙ ФОРМЫ ГРИППА.— «Природа», 1973, № 9.

В. Д. Тимаков, В. А. Зуев. ЛАТЕНТНЫЕ И ХРОНИЧЕСКИЕ ВИРУСНЫЕ ИНФЕКЦИИ.— «Вестник АМН СССР», 1970, № 10.

Е. Norrby.— «ACTA NEUROL. SCAND», 1972, v. 48.

Е. M. Roth, R. C. Williams.— «J. CHRON. DISEASES», v. 26, 1973, № 2.



# Ядерные столкновения и кристаллы

Ю. В. Меликов

Кандидат физико-математических наук

Профессор А. Ф. Тулинов

Еще несколько лет назад объединение в заголовке статьи двух столь далеких друг от друга физических направлений вызвало бы среди физиков по меньшей мере удивление. Действительно, если что и объединяло эти направления, так только то, что они родились одновременно. Физика ядерных столкновений ведет свое начало от знаменитых опытов Э. Резерфорда, выполненных в 1912 г., а область физики, изучающая внутреннее строение кристаллов,— от не менее знаменитых опытов М. Лауэ, относящихся к 1911 г. Впоследствии эти две области развивались как бы в разных направлениях, практически никак не взаимодействуя друг с другом. Причину можно усмотреть уже в самих опытах Резерфорда и Лауэ. Тот факт, что в них есть некоторые общие черты (в обоих случаях на изучаемый объект падает поток излучения, а информация о строении объекта извлекается из рассеянного излучения), позволяет особенно отчетливо почувствовать их различие хотя бы потому, что указанные общие моменты делают эти опыты сопоставимыми.

Главное различие состоит в том, что в опыте Резерфорда физика процессов определяется корпускулярными свойствами рассеиваемого излучения, а в опыте Лауэ — волновыми.

*Юрий Владимирович Меликов, доцент физического факультета Московского государственного университета. Занимается исследованием механизмов ядерных реакций и изучением времени протекания ядерных реакций с помощью эффекта теней. Лауреат Государственной премии СССР 1972 г.*



*Анатолий Филиппович Тулинов, профессор физического факультета и заведующий сектором Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета, доктор физико-математических наук. Занимается вопросами физики ядерных реакций, взаимодействия быстрых частиц с веществом. Лауреат Государственной премии 1972 г. и Ломоносовской премии I степени МГУ 1967 г.*



В опыте Резерфорда исследуется атомное ядро. Чтобы положительно заряженная частица первичного пучка (Резерфорд использовал для этой цели  $\alpha$ -частицы, или ядра гелия) могла приблизиться к ядру на расстояние, где начинают действовать ядерные силы, она должна обладать довольно высокой энергией (несколько миллионов электронвольт). При этой

энергии длина так называемой волны де Бройля, связанной с частицей, оказывается примерно в 10 тыс. раз меньше расстояния между атомами в рассеивателе (в опыте Резерфорда использовались тонкие пленки золота). В этих условиях пучок частиц движется по законам геометрической оптики: каждая частица имеет свою траекторию, при прохождении через рас-

---

*Протограмма. Пятна — тени от кристаллографических осей; линии — тени от кристаллографических плоскостей. Толщина линий и диаметр пятен отражают плотность ядер в плоскости или вдоль цепочки.*

сеиватель она взаимодействует с отдельными атомами вещества.

В опыте Лауэ рассеиватель — это кристалл; он облучается пучком рентгеновских лучей, представляющих собой электромагнитные волны. В отличие от опыта Резерфорда, где корпускулярный характер движения частиц — просто следствие оптимального выбора энергии пучка, тут волновой характер движения — главное условие или исходное требование, так как в основу опыта Лауэ положено чисто волновое явление — дифракция волн<sup>1</sup>. Суть ее в данном случае сводится к тому, что волны, рассеянные на разных атомах кристалла, накладываются друг на друга с соответствующими фазовыми сдвигами; в результате в некоторых выделенных направлениях наблюдаются максимумы интенсивности рассеянных лучей. По характеру расположения этих максимумов можно судить о структуре кристалла. Чтобы дифракция могла проявляться достаточно отчетливо, необходимо, чтобы длина волны излучения была соизмерима с межатомным расстоянием. Здесь вместо законов геометрической оптики следует использовать образы волновой оптики. Падающая волна взаимодействует уже не с одним атомом, а с большим числом атомов. Все эти условия могут быть выполнены, если нужным образом подобрана энергия рентгеновских лучей. Оптимальной оказывается энергия порядка нескольких десятков килоэлектронвольт.

В настоящее время для изучения кристаллов с помощью явления дифракции помимо рентгеновских лучей широко используются электроны и, в более скромных масштабах, нейтроны. За время, прошедшее с момента опубликования работы Лауэ, с помощью явления дифракции было получено огромное количество данных не только о структуре, но и о многих других свойствах кристаллов. Для решения разнообразных задач физики кристаллов разработано боль-

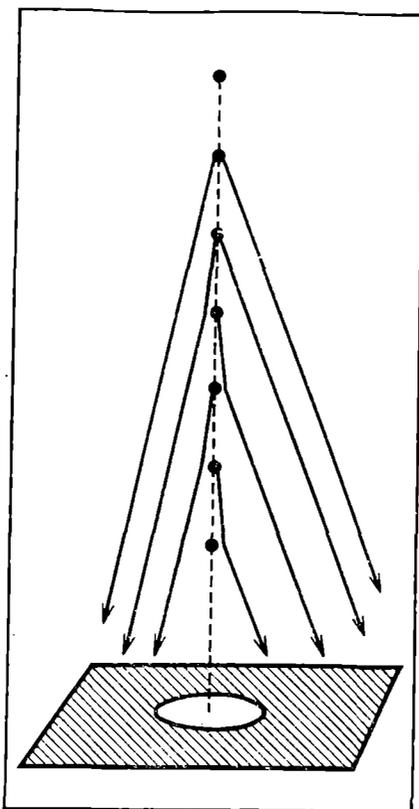


Рис. 1. Схема образования тени (незаштрихованная область) в направлении цепочки атомов — кристаллографической оси. Стрелки — направление движения рассеянных частиц; кружки — цепочка атомов кристалла.

шее количество конкретных вариантов дифракционных методов.

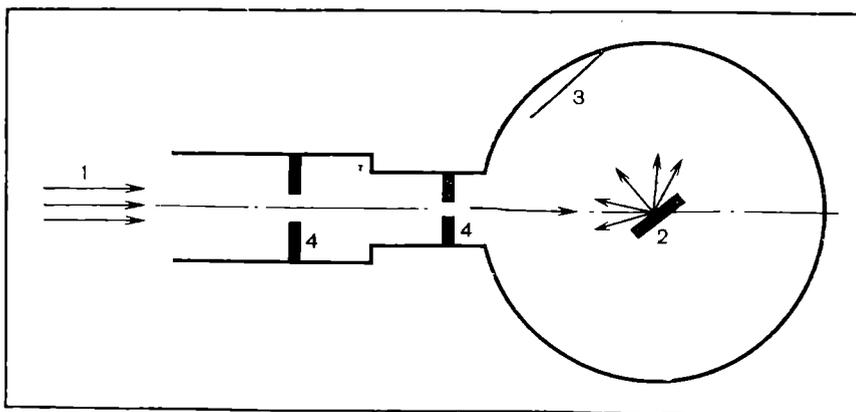
Отдавая должное крупным успехам всех этих методов и подчеркивая их огромную роль в современной физике твердого тела, сегодня мы можем в этих успехах отметить и некоторую негативную сторону. Несомненно, именно отсюда возникло неоправданное впоследствии убеждение, будто дифракция — единственное явление, благодаря которому рассеянное излучение чувствует структуру рассеивателя. Предполагалось, что по мере уменьшения длины волны излучения вместе с ухудшением условий проявления дифракции теряется чувствительность к структуре. И совсем никаких сомнений не оставал случай, когда длина волны оказывалась много меньше межатомных расстояний, т. е. когда дифракция исчезала полностью. Исчезновение дифракции отождествлялось с отсутствием чувствительности рассеянного излучения к структуре рассеивателя. Убеждение в исключительности явления дифракции

было, по-видимому, очень сильным; только этим можно объяснить тот факт, что в течение нескольких десятков лет практически не было никаких попыток поискать другие явления, благодаря которым рассеянное излучение смогло бы чувствовать структуру рассеивателя.

Такие поиски, оказавшиеся успешными, были предприняты только несколько лет назад. Был обнаружен ряд новых явлений, чувствительных к структуре кристалла. Среди них особенно интересны эффекты, связанные с использованием пучков быстрых тяжелых заряженных частиц (протонов,  $\alpha$ -частиц и т. д.). Для них дифракция практически отсутствует, зато корпускулярные свойства частиц проявляются наиболее четко. В этих условиях возникла возможность осуществить опыт, который представляет собой своеобразный синтез опытов Резерфорда и Лауэ. Явление, которое в данном случае как бы заменяет дифракцию и делает возможным совместить быстрые заряженные частицы —

<sup>1</sup> Хотя первый опыт Лауэ был поставлен с целью доказать волновую природу рентгеновских лучей, в дальнейшем та же постановка опыта использовалась для изучения структуры кристаллов.

Рис. 2. Схема эксперимента, в котором была получена первая протонограмма: 1 — пучок протонов от ускорителя, 2 — монокристалл молибдена, 3 — фотопластинка, 4 — коллимирующая диафрагма.



корпускулы, испытывающие характерные ядерные столкновения, и кристаллы, получило название эффекта теней.

## Эффект теней

Рассмотрим образец монокристалла. Допустим, атомные ядра, находящиеся в узлах кристалла, испускают во всех направлениях быстрые положительнo заряженные частицы, скажем, протоны. Если расположить фотопластинку на некотором расстоянии от образца и облучать ее протонами, выходящими из кристалла, на пластинке будет наблюдаться сложная картина чередования засвеченных и незасвеченных участков. Можно показать, что образуются области с практически нулевой плотностью почернения — своеобразные тени. Эти тени будут располагаться там, где оси и плоскости кристалла пересекаются с плоскостью пластинки. На рис. 1 схематично изображены тени в направлении оси кристалла. Видно, что частицы, вылетающие из узлов, не могут двигаться вдоль своей цепочки, так как они имеют положительный заряд; уже ближайšie атомы отклоняют их от первоначального направления. Для частиц, вылетающих из любого узла, расположенного внутри кристалла, остаток цепочки создает тень. Простые количественные оценки показывают, что для протонов с энергией около миллиона электронвольт (эта энергия типична для ядерных экспериментов) тени имеют угловые размеры порядка одного градуса. Отсюда следует, что, если расстояние от

монокристаллического образца до фотопластинки равно, скажем, 10 см, линейные размеры тени составляют несколько миллиметров. Таким образом, тени имеют уже вполне макроскопические размеры, их можно наблюдать визуально.

Аналогичное рассмотрение легко провести и для плоскостей кристалла. В отличие от осевых теней, которые представляют собой круглые пятна, плоскости образуют тени в виде линий. Таким образом, на фотопластинке должна быть изображена система пятен и линий, которая определяется структурой кристалла.

Эффект теней одновременно и независимо наблюдался в двух типах экспериментов, выполненных в СССР и в Швеции.

Эксперимент, выполненный в Московском государственном университете<sup>1</sup>, ставился следующим образом. Монокристаллический образец облучался пучком быстрых протонов. При взаимодействии с ядрами мишени протоны рассеивались. Поскольку расстояние между протоном и ядром в момент наибольшего сближения примерно в тысячу раз меньше, чем размер атома, с большой точностью можно было считать, что рассеянные протоны вылетают из узлов решетки. Регистрация протонов счетчиком, установленным в направлении кристаллографической оси, обнаружила резко выраженное уменьшение интенсивности рассеянных частиц, иначе говоря — тень.

<sup>1</sup> А. Ф. Тулинов.— ДАН СССР, т. 162, 1965, стр. 546.

Шведскими физиками<sup>1</sup> опыт ставился по-другому:  $\alpha$ -радиоактивные ядра вбивались в монокристалл; затем производился отжиг, в результате которого вбитые ядра располагались в узлах кристаллической решетки. Счетчиком, регистрирующим  $\alpha$ -частицы радиоактивного распада, измерялось их угловое распределение.

Первый метод наблюдения оказался более эффективным. Так как пучки частиц от ускорителя могут достигать очень большой интенсивности, это позволило осуществить опыты с регистрацией не одной тени, а одновременно всей системы осевых и плоскостных теней, заключенных в большом телесном угле (рис. 2). В опыте<sup>2</sup> использовался пучок протонов с энергией 500 кэВ. Рассеянные на монокристаллической мишени протоны регистрировались с помощью фотопластинки. При этом впервые были получены так называемые протонограммы; одна из них изображена на стр. 38. На ней отчетливо видны пятна и линии.

## Протонограммы и физика твердого тела

Следует еще раз подчеркнуть, что пятна и линии, которые видны на протонограмме, не имеют ничего общего с дифракционными пятнами на лауэграммах. У них совершенно иная при-

<sup>1</sup> В. Domeij, К. Björkqvist.— «Phys. Lett.», v. 14, 1965, p. 127.

<sup>2</sup> А. Ф. Тулинов, Б. Г. Ахметова, А. А. Пузанов, А. А. Бедняков.— «Письма в ЖЭТФ», т. 2, 1965, стр. 48.

рода, и появляются они в результате чисто корпускулярного характера движения частиц в кристалле. Это порождает важное следствие. Как известно, разрешающая способность всех дифракционных методов ограничивается тем, что на рентгенограммах и электронограммах существует принципиально неустранимое волновое размытие пятен, уменьшить которое можно, только уменьшая длину волны, что, в свою очередь, неизбежно приведет к исчезновению дифракции, на которой и основаны методы.

В случае эффекта теней длина волны ничем не ограничивается. Она может быть сделана исчезающе малой, эффект при этом полностью сохраняется. Следовательно, принципиальный предел разрешения в этом случае может быть смещен далеко в сторону малых пространственных интервалов.

По-видимому, многие интересные проблемы, возникающие в связи с новыми возможностями, в настоящее время еще нельзя сформулировать, однако некоторые из задач, требующие крайне высокой разрешающей способности, можно назвать. Если пока не касаться ядернофизических приложений, к таким задачам можно отнести исследования малых искажений кристаллической решетки под действием самых разнообразных факторов, таких как макроскопическая деформация кристаллических образцов, фазовые переходы, воздействие на кристалл внешних и внутренних электрических и магнитных полей, присутствие различного типа дефектов, легирующих примесей и т. д.

Возможность фиксирования с помощью протонограмм чрезвычайно тонких деталей структуры кристалла обеспечивается целым рядом ее специфических особенностей. Прежде всего, для неискаженного кристалла линии на протонограммах являются принципиально прямыми. Далее, из-за корпускулярного происхождения теневых пятен и линии на протонограмме, в отличие от дифракционных пятен на лауэграмме, имеют внутреннюю структуру, и не видно принципиальных пределов возможности расшифровки все более тонких деталей этой структуры. Можно практически беспредельно сужать линии путем уве-

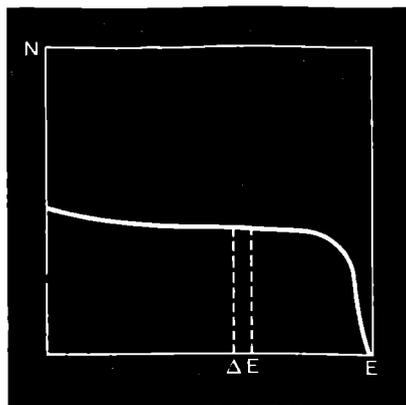


Рис. 3. Типичный энергетический спектр частиц, рассеянных на толстой мишени:  $\Delta E$  — участок спектра, соответствующий частицам, рассеянным слоем  $\Delta x$  на глубине  $x$  от поверхности мишени;  $N$  — число частиц с данной энергией.

личения энергии частиц в пучке. Все эти обстоятельства позволяют определить с необыкновенно высокой степенью точности положение линии пересечения плоскости экрана и кристаллографической плоскости. С той же точностью можно определять ориентацию кристалла и углы между его кристаллографическими плоскостями.

На пути достаточно полного использования заложенных в новом методе возможностей возникают определенные технические трудности. Первая трудность связана с тем, что большинство приборов, с помощью которых можно сейчас проводить реальные измерения плотностей почернения эмульсии, а также чисто геометрических характеристик теней, явно не рассчитаны на ту точность, которую может обеспечить метод. Таким образом, новое направление требует создания измерительной аппаратуры более высокого класса точности.

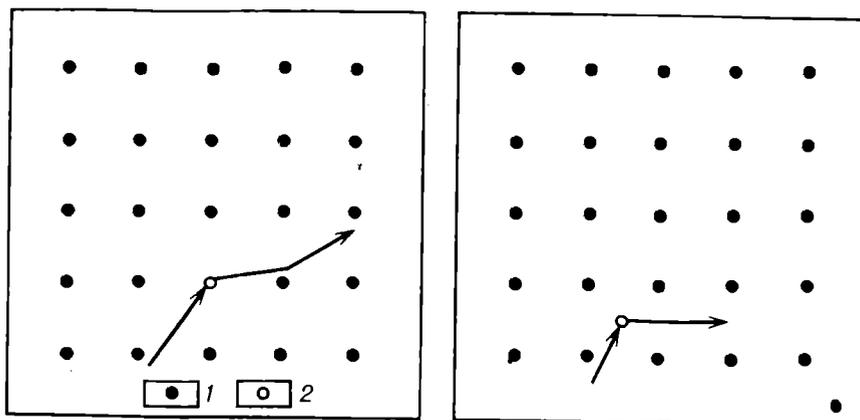
Вторая трудность связана с тем, что для извлечения из протонограммы имеющейся в ней информации не хватает, как оказалось, экспериментальных данных о прохождении быстрых заряженных частиц через вещество, в частности данных, связанных с торможением и многократным рассеянием заряженных частиц в твердом теле. Поскольку методы исследования этих вопросов разработаны уже давно, нехватка такого рода экспериментального материала быстро восполняется.

Пока в ряде мест осуществляется подготовка к измерениям, проводимым со сверхвысокой разрешающей способностью, во многих лаборато-

риях мира методы, основанные на эффекте теней, применяются для исследования проблем, не требующих рекордного разрешения. Говоря об этих проблемах, следует иметь в виду, что для решения таких задач, как расшифровка более или менее обычных кристаллических структур, метод протонографии родился слишком поздно. Многие подобные задачи либо уже решены, либо успешно решаются с помощью привычных дифракционных методов.

Следовательно, постановка вопроса здесь должна быть следующей. Имеются ли области исследования твердого тела, в которых метод протонографии может быть эффективным, а дифракционные методы сталкиваются с трудностями? Действительно, такие области существуют. Одна из них — изучение структуры тонких монокристаллических пленок. Протонограмма, изображенная на стр. 38, отражает структуру монокристаллического слоя толщиной, не превышающей 1 мкм. Естественно, что с уменьшением энергии падающих на кристалл частиц глубина работающего эффективного слоя кристалла может быть уменьшена в еще большей степени. Изменить толщину работающего слоя можно и другим способом: достаточно перед фотопластинкой поместить тонкую пленку какого-либо вещества. Все те протоны, которые рассеялись в относительно глубоких слоях кристалла и при выходе из него имели достаточно малую энергию, будут поглощены этой пленкой. С помощью такой методики можно изучать струк-

Рис. 4. Схема, поясняющая возможность определения методом теней положения примесного атома в ячейке кристалла. Слева: примесный атом расположен в цепочке кристалла — тень будет получена; справа: примесный атом расположен вне цепочки кристалла — тени не будет (см. рис. 1); 1 — атомы основной матрицы кристалла, 2 — примесные атомы.



туру кристалла толщиной в несколько атомных слоев, что крайне трудно сделать с помощью других методов. Более того, метод протонографии позволяет решать задачу, которая в принципе пока не может быть решена никакими другими методами. Речь идет о послойном изучении структуры кристалла вблизи его поверхности без разрушения образца. Эта возможность связана с одной из замечательных особенностей движения тяжелых заряженных частиц в веществе: такие частицы, проходя через слой вещества заданной толщины, теряют в нем строго определенную долю своей энергии, иначе говоря, существует практически однозначная связь между остаточной энергией и толщиной пройденного слоя вещества. Таким образом, если в энергетическом спектре рассеянных частиц (рис. 3) регистрировать частицы, относящиеся только к интервалу энергии  $\Delta E$ , можно быть уверенным, что в этом случае протонограмма описывает структуру слоя кристалла толщиной  $\Delta x$ , лежащего на некоторой глубине  $x$ . Существующие теоретические и экспериментальные данные позволяют связать величины  $\Delta E$ ,  $\Delta x$  и  $x$ .

Метод протонографии дает возможность весьма простым образом измерить распределение дефектов и примесных атомов решетки в зависимости от глубины кристалла без его разрушения. В настоящее время эта задача весьма важна для полупроводниковой электроники. В частности, она возникает при использовании ионных пучков для легирования полупроводников. Сюда же примыкает

проблема прямого определения положения примесного атома в ячейке кристалла. На рис. 4 схематически изображена основная идея опыта. При рассеянии на примесном атоме, расположенном в какой-либо цепочке кристалла, отраженные частицы дадут тень в направлении этой цепочки; если же рассеивающий атом находится вне цепочки, тени не будет. Таким образом, изучая характер распределения частиц, рассеянных примесными атомами в различных направлениях, можно определить положение примесных атомов в ячейке кристалла. Часто бывает удобно направление полета частиц по траектории, изображенной на рис. 4, изменить на обратное. Тогда, если примесный атом находится в цепочке, сама цепочка затеняет его от падающих частиц и рассеяния на примесном атоме не происходит. Когда примесный атом находится в междоузлии, частицы рассеиваются на нем обычным образом.

Экспериментатор должен уметь выделять частицы, рассеянные на примесных атомах. В случае упругого рассеяния это можно сделать, если атомы примеси и атомы решетки значительно отличаются по массе. При этом частицы, испытавшие рассеяние на примесном атоме и атоме решетки, будут иметь различную энергию. Однако более универсальна регистрация продуктов ядерных реакций на ядрах примесных атомов, поскольку каждое ядро характеризуется только ему присущим энергетическим спектром продуктов реакции.

Дифракционные методы встреча-

ются с трудностями при изучении структуры сложных кристаллов, у которых атомы либо близки по массе, либо, наоборот, резко различны. К веществам, содержащим близкие по массе атомы, относятся, например, сплавы группы железа. Ко второй группе можно отнести водородсодержащие кристаллы. Для метода протонографии такого рода трудностей нет, так как по продуктам ядерных реакций могут быть разделены любые, даже соседние по массам ядра; с другой стороны, вероятность протекания ядерных реакций на легких и тяжелых элементах не различается в такой мере, как это имеет место при рассеянии электронов и рентгеновских лучей.

Наш перечень задач в области физики твердого тела, которые могут и успешно решаются с помощью новых методов, никак не претендует на полноту. Мы опускаем ряд уже известных интересных приложений протонографии. Кроме того, на данной стадии, когда сфера возможных применений новой методики быстро расширяется, всегда есть опасение, что о самой главной или о самой интересной возможности мы пока еще ничего не знаем.

## Определение ультрамалых времен

В первой же работе, посвященной эффекту теней, одним из авторов было показано, что на основе этого эффекта может быть создан метод, позволяющий решать одну из фунда-

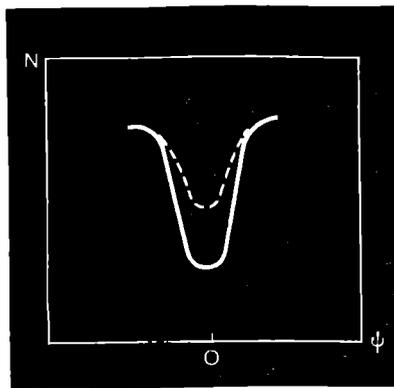
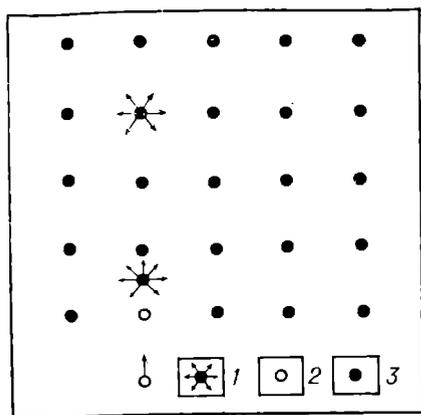


Рис. 5. Влияние смещения составного ядра из узла решетки кристалла на глубину тени. Слева: схематическое представление положения составного ядра в узле решетки (вверху) и в смещенном состоянии (внизу) под действием импульса налетающей частицы; 1 — составное ядро, 2 — налетающая частица, 3 — ядра кристалла. Справа: типичная картина теней, соответствующая верхней (сплошная кривая) и нижней (пунктирная кривая) схемам;  $\Psi$  — угол между направлением движения частицы (продукта распада) и кристаллографической осью;  $N$  — число частиц, движущихся в данном направлении.

ментальных задач в ядерной физике — проблему экспериментального определения ультрамалых времен протекания ядерных реакций. В сущности, само обнаружение эффекта было результатом поисков метода измерения временных интервалов, характерных для ядерных процессов. Вскоре после этого аналогичная идея была высказана американскими физиками<sup>1</sup>.

Одна из замечательных особенностей ядерных процессов заключается в том, что их характерные времена охватывают всю шкалу физически определенных временных промежутков. Период полураспада тяжелых ядер по отношению к спонтанному делению ( $10^{15} \div 10^{20}$  лет) превышает время эволюции всех изученных к настоящему времени астрономических объектов. С другой стороны, время протекания некоторых ядерных реакций приближается к предельно малому физическому времени  $t_{\min} \sim 10^{-24}$  сек., определяемому отношением  $t_{\min} = r_{\min}/c$ , где  $r_{\min}$  — минимальное расстояние, имеющее физический смысл (например, размер нуклона),  $c$  — скорость света.

Характерное время того или иного ядерного процесса обычно определяется средним временем жизни нестабильной ядерной системы, соответствующей этому процессу. Все ядерные процессы можно по времени их протекания условно разбить на три группы: медленные, средней длительности и быстрые процессы. Медленные

процессы, к которым относятся разнообразные виды радиоактивного распада и спонтанное деление, характеризуются временами  $\tau \geq 10^{-3}$  сек. Процессы средней длительности ( $10^{-3}$  сек.  $> \tau > 10^{-14}$  сек.) характерны для испускания электромагнитного излучения ( $\gamma$ -квантов) возбужденными ядрами, а также для распадов некоторых элементарных частиц, образующихся при столкновении высокоэнергетических протонов с ядрами.

Для этих двух групп ядерных процессов усилиями экспериментаторов разработаны многие, в ряде случаев очень остроумные, методы, позволяющие измерять величины  $\tau$  во всем указанном диапазоне. Знание  $\tau$  оказалось очень важным как для понимания физической природы процессов распада, так и для выяснения свойств распадающихся состояний.

Совершенно иное положение сложилось при изучении быстрых процессов, к которым относятся ядерные реакции. Времена их протекания настолько малы ( $10^{-15}$  сек.  $> \tau > 10^{-24}$  сек.), что примыкают к минимальным физически определенным временам. В силу такой малости значений  $\tau$  проблема их экспериментального определения оказалась чрезвычайно сложной. До последнего времени методов прямого определения  $\tau$  не существовало.

Основная трудность заключается в том, что для таких измерений очень нелегко подобрать часы. Такими часами может служить некоторый физический процесс, который обладает по меньшей мере тремя особенностями: он обязан иметь характерные

времена того же порядка, что и измеряемые; он должен проявляться в таких условиях, при которых изучаемый процесс удобно с ним сравнивать; наконец, он должен быть хорошо изучен. Одновременное выполнение всех трех условий — чрезвычайно жесткое требование. Во всяком случае, до открытия эффекта теней такое явление не было известно.

Оказалось, что эффект теней удовлетворяет первым двум требованиям, а по мере его изучения — и третьему. Поэтому он может быть использован для измерения времени протекания ядерных реакций, или, что в некотором смысле то же самое, времени жизни составного ядра, образующегося в результате слияния ядра мишени и налетающей частицы.

Идея метода заключается в следующем. Изучается ядерная реакция на монокристаллической мишени. В процессе реакции составное ядро под действием импульса налетающей частицы смещается из узла решетки. К моменту испускания частицы, продукта реакции, составное ядро в среднем находится на расстоянии  $vt$  от узла, где  $v$  — скорость движения составного ядра,  $t$  — среднее время его жизни. Величина  $v_{\perp}t$  характеризует удаление составного ядра от оси цепочки в момент распада (здесь  $v_{\perp}$  — скорость движения составного ядра в направлении, перпендикулярном цепочке). Характер тени в направлении данной цепочки будет зависеть от этой величины. Можно рассмотреть два крайних случая. Если  $v_{\perp}t$  много меньше расстояния между цепочками, тень будет иметь та-

<sup>1</sup> D. S. Gemmel, R. E. Holland. — «Phys. Rev. Lett.», v. 14, 1965, p. 945.

кой же вид, как при испускании частиц точно из узла. Если  $v_{\perp}t$  соизмеримо с расстоянием между цепочками, распад составного ядра будет происходить в пространстве между цепочками; при этом часть частиц — продуктов реакции, может беспрепятственно двигаться параллельно цепочке и попадать в центр тени. Следовательно, в последнем случае тень окажется менее глубокой (рис. 5). Измеряя количество частиц — продуктов реакции — в центре тени, можно сделать заключения о величине  $v_{\perp}t$  и определить  $t$ .

Рассматривая только идею метода и не вникая в технические детали, можно дать оценку диапазона значений  $t$ , которые этим методом могут быть измерены. Для области энергий бомбардирующих частиц ( $10^6 \div 10^7$  эв), при которых обычно изучаются ядерные реакции, эта оценка дает  $10^{-15}$  сек.  $> t > 10^{-19}$  сек. Хотя полученный диапазон перекрывает только часть характерной для ядерных реакций области значений  $t$ , имеются все основания для оптимизма. Действительно, в эту область попадает большой класс ядерных реакций; с другой стороны, по-видимому, имеется возможность при дальнейшей разработке метода еще несколько продвинуться в направлении меньших значений  $t$ .

К настоящему времени выполнено много экспериментальных работ по определению времени протекания ядерных реакций методом теней. Работы, проводимые в СССР, направлены главным образом на исследования временных характеристик процесса деления тяжелых ядер. В Московском государственном университете авторами изучалось деление ядер под действием быстрых нейтронов и  $\alpha$ -частиц; в лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований (Дубна) под руководством Г. Н. Флерова изучалось деление ядер под действием многозарядных ионов. Следует особенно подчеркнуть перспективность исследований с многозарядными ионами. В этом случае условия для применения метода теней исключительно благоприятны. Дело в том, что многозарядный ион передает составному ядру очень большой импульс. В результате увели-

ченного сдвига составного ядра из узла повышается точность определения  $t$ , а интервал доступных методом значений  $t$  смещается в сторону меньших величин. С физической точки зрения эти исследования интересны тем, что в них удается измерить время существования сверхтяжелых ядер. В связи с большим интересом, который сейчас проявляется к вопросу существования среди сверхтяжелых ядер области повышенной стабильности, измерения  $t$ , возможно, помогут нащупать эту область, если, конечно, она существует.

Исследования деления ядер методом теней сейчас активно проводятся также в США, Дании, Японии, Италии и Канаде. Группы японских и итальянских исследователей определяли методом теней временные характеристики ряда ядерных реакций на легких и средних ядрах. Интересны результаты, полученные с резонансными реакциями. Измеренные методом теней времена жизни резонансов хорошо согласуются с данными, полученными из ширины резонансов. Это дает уверенность, что метод работает вполне надежно.

По мере увеличения точности метода в различных ядерно-физических лабораториях с его помощью начинаются исследования весьма тонких деталей ядерных процессов. К ним относятся, например, определение временного закона распада разнообразных ядерных состояний. До сих пор физики-ядерщики из-за отсутствия методов измерения закона распада короткоживущих ядерных состояний оперировали почти исключительно экспоненциальным законом распада. В ядерных реакциях в общем случае закон распада значительно более сложный. Знание его позволит получить новые интересные данные о высоковозбужденных состояниях ядерного вещества.

\*

Исследования, связанные с эффектом теней, образуют важную ветвь более общего, интенсивно развивающегося направления — физики ориентационных явлений. Сюда относится также большая группа исследований анизотропных свойств эмиссии раз-

личных частиц с поверхности кристаллов, изучение и использование таких явлений, как фокусированные столкновения и, конечно, каналирование. В одной статье обо всем этом рассказать невозможно; к вопросу же о каналировании, имеющем важное значение для понимания многих закономерностей прохождения частиц через кристаллы, мы надеемся в ближайшее время вернуться.

УДК 539.106

### Рекомендуемая литература

**С. А. Карамян, Ю. В. Меликов, А. Ф. Тулинов.** — «ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И АТОМНОГО ЯДРА», т. 4, вып. 2, 1973, стр. 456.

**А. Ф. Тулинов.** — УФН, т. 87, 1965, стр. 585.

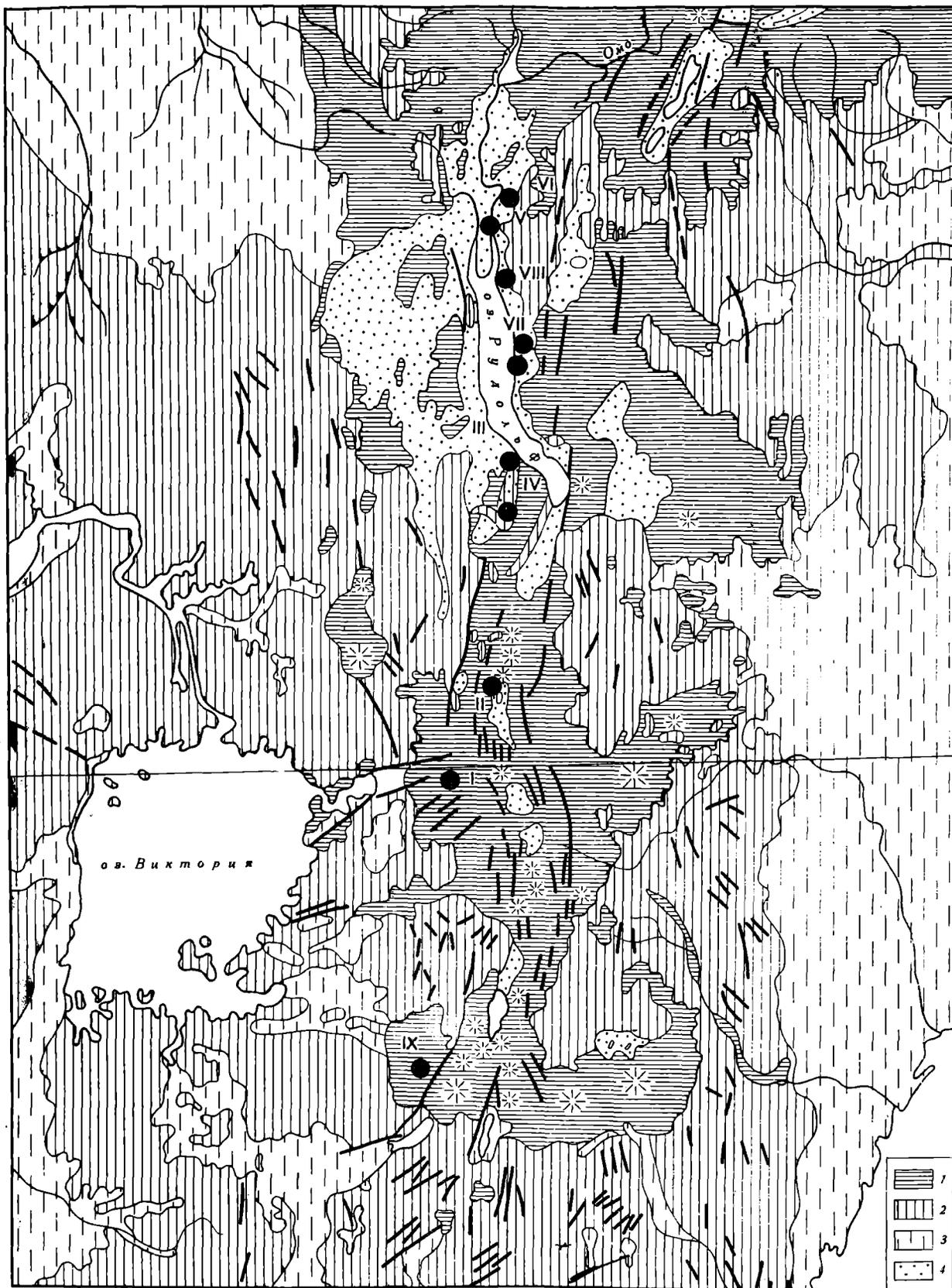
ТРУДЫ III ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ С МОНОКРИСТАЛЛАМИ. Изд. МГУ, 1972.

ТРУДЫ IV ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ С МОНОКРИСТАЛЛАМИ. Изд. МГУ, 1973.

ТРУДЫ V ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ С МОНОКРИСТАЛЛАМИ. Изд. МГУ, 1974.

CANNELING. Red. by D. Morgan, N. Y., 1973, chapter XII.

**S. Datz, C. Erginsoy, G. Liebfried and H. O. Lutz.** — «Ann. Rev. Nucl. Sci.», v. 17, 1967, p. 129.



# Прародина человека

И. К. Иванова

Кандидат геолого-мипералогических наук

Проблеме происхождения человека уделяется в последнее время большое внимание. Это связано в значительной степени с цепью интереснейших находок, сделанных в течение последних 10—15 лет, главным образом, на территории Восточной Африки<sup>1</sup>. Эти сенсационные открытия позволили чрезвычайно удревить родословную человечества. Мы имеем в виду находки костных остатков ископаемых форм в слоях глубокой древности, а также не менее важные открытия первых следов их сознательной деятельности — каменных изделий. Последние дают возможность по новому осветить и переоценить вопрос о том рубеже становления человека, на котором произошло его выделение из животного мира.

Вопрос о прародине человека — месте, где протекал процесс самой ранней стадии антропогенеза, далеко не новый. Начиная с прошлого

века палеонтологами, археологами, антропологами, геологами, зоологами выдвигалось множество разнообразных гипотез. В качестве возможного центра зарождения человечества рассматривались различные части земного шара, однако, большая часть этих гипотез оказывалась несостоятельной. Особенно популярной была гипотеза Азиатской прародины<sup>1</sup>. В этом плане рассматривалась Северная, Центральная и Южная Азия. Гипотезы Северной и Центральной Азии опровергались довольно легко. В Южной Азии, в предгорьях Гималаев, в миоценовых и плейстоценовых отложениях найдена обильная фауна млекопитающих, в том числе большое количество различных видов человекообразных обезьян. Этот район некоторыми исследователями продолжает рассматриваться как некий возможный центр возникновения предков человека.

Вопрос об Африке как о прародине человечества был поставлен еще



*Ирина Константиновна Иванова, старший научный сотрудник Геологического института АН СССР. Работает в области стратиграфии четвертичных отложений, геологии палеолита и истории ископаемого человека. Ведет полевые исследования в контакте с археологами с целью реконструкции среды обитания первобытных людей, главным образом, на юго-востоке Европейской части СССР. Автор монографий: Геологические условия палеолитических стоянок Среднего Приднестровья. М., Изд-во АН СССР, 1959; Геологический возраст ископаемого человека, М., «Наука», 1965; Das geologische Alter des fossilen Menschen. Stuttgart, 1972.*

<sup>1</sup> Подробнее об этом см.: «Природа», 1973, № 1, стр. 30, № 2, стр. 81, № 12, стр. 36; 1974, № 2, стр. 36, 44, 47, № 6, стр. 10, № 9, стр. 87.

<sup>1</sup> Подробнее см.: «Природа», 1970, № 10, стр. 34.

Кенийский рифт можно рассматривать как своего рода экологическую нишу, где произошло зарождение человечества. На этой геолого-тектонической карте видно, что все местонахождения древнейших ископаемых предков человека (показаны черными кружками) связаны с областью третично — раннечетвертичного тектогенеза и развития осадочных пород рифтовой зоны (1). На карте показаны также: область древней докембрийской складчатости (2), покровные послепалеозойские отложения (3), позднплейсто-

ценовые, преимущественно озерные осадки (4). Звезды — главные конусы вулканов. Черные линии — места тектонических нарушений. I — наиболее древнее местонахождение Форт Тернан, II — изолированная находка у оз. Баринго в отложениях формации Нгороро, III — находки у Лотегемского холма, IV — Каманоу, V — Шунгура, VI — Усно в низовьях р. Омо, VII — Кооби Фора (два района), VIII — Илерет на Восточном берегу оз. Рудольфа, IX — Олдувайское ущелье.

Ч. Дарвином в 1871 г. В своей работе «Происхождение человека и половой отбор» он писал об этом в осторожной форме, основываясь на том, что именно в Африке обитают обезьяны, морфологически наиболее близко стоящие к современному человеку.

Начиная с 20-х годов нашего века был сделан ряд находок первых австралопитеков (высоко организованных и одновременно весьма древних форм) в Южной Африке, и тогда эта часть континента стала рассматриваться некоторыми исследователями как возможная колыбель человечества.

Наконец, за последние 10—15 лет в связи с открытиями, которые можно отнести к важнейшим открытиям века, внимание исследователей переместилось в Восточную Африку. Таким образом, в качестве возможной прародины человека могут выдвигаться в основном два региона: Африка и Южная Азия.

## Африка или Азия?

Рассмотрим, опираясь на геологические данные, в какой мере природные условия, существовавшие в Африке и в Южной Азии к началу третичного времени, могли способствовать развитию живых организмов. В верхнем мелу и палеогене эти континенты сообшались. Южная Азия была ограждена с севера обширным бассейном моря Тетис. Гималаи еще не поднялись на сколько-нибудь значительную высоту. С севера дули влажные муссонные ветры. Как в Южной Азии, так и на значительной территории Африки господствовал влажный тропический климат, существовали богатая растительность и разнообразная фауна млекопитающих.

В настоящее время с полной достоверностью установлено, что местом появления первых высших обезьян явилась северная часть Восточной Африки — так называемая Файюмская депрессия. В палеогеновое время здесь находился залив Средиземного моря, которое затем отступило, вслед за чем возникла обширная дельта, сложенная мощной песчано-глинистой толщей. С начала

олигоцена (около 35 млн лет назад) в Файюме окончательно установился континентальный режим и образовался громадный оазис с многочисленными реками, озерами и пышной растительностью, богато населенный крупными животными. Здесь возникли первые высшие приматы (олигопитек, проплиопитек, зоопитек, египтопитек), давшие начало всем высокоорганизованным обезьянам. В частности, профессором Иельского университета Э. Саймонсом, ведущим здесь раскопки начиная с 50-х годов, устанавливается генетическая связь египтопитеков Файюма с группой дриопитеков, имевших широкое распространение в миоценовое время (28—12 млн лет назад). Фрагментарные остатки человекообразных обезьян — дриопитеков обнаружены на территории Франции, Испании, Федеративной Республики Германии, Австрии, Чехословакии, СССР (Грузия), Турции, КНР. Наибольшей концентрации и разнообразия форм высокоорганизованные обезьяны достигли в двух областях: приэкваториальной части Восточной Африки и в предгорьях Гималаев на юге Азиатского континента.

И если все европейские высшие антропоиды были настоящими обезьянами, то в Восточной Африке и в Южной Азии были обнаружены остатки прогрессивных форм, получивших название рамапитеков<sup>1</sup>, относящихся, по мнению многих ученых, уже к семейству гоминид.

В Индии и Пакистане рамапитеки и другие формы антропоидов входили в состав так называемой сиваликской фауны, связанной с отложениями сиваликской формации, которая образует цепь невысоких холмов вдоль предгорий Гималаев. Восточная часть моря Тетис к началу миоцена уже стала сушей, но поднимающиеся Гималаи еще не достигли такой высоты, чтобы оказать существенное влияние на климат, и здесь продолжали господствовать влажные, тропические условия. Местность была хорошо обводнена, широко развиты тропиче-

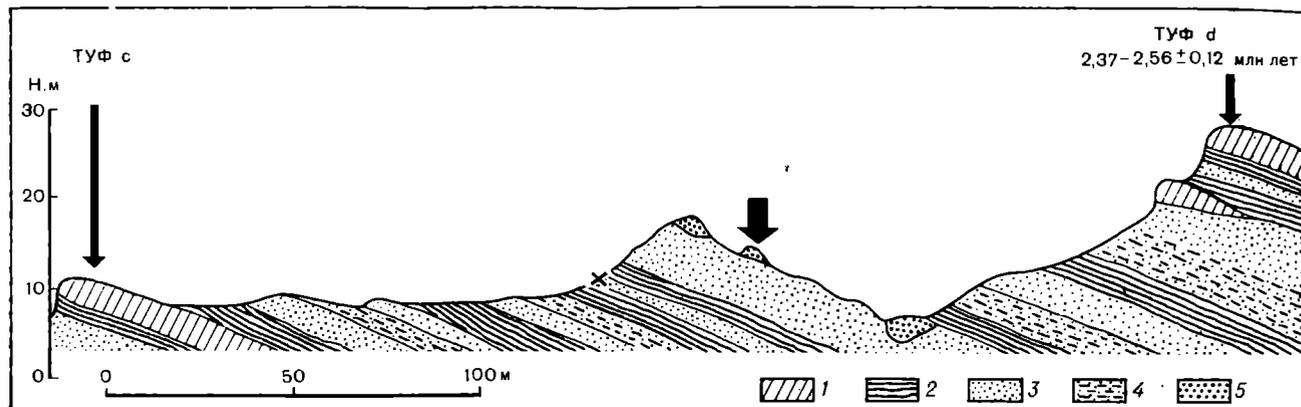
ские леса к югу переходили в умеренно сухие саванны. На склонах Гималаев существовала высокогорная растительность. Природная среда была весьма благоприятной для эволюции животного мира, и, в частности, развития высокоорганизованных приматов.

Однако еще в миоцене, а особенно в плиоцене, обстановка в Южной Азии стала резко меняться. Развитие горообразовательных процессов привело к тому, что Гималаи поднялись громадной стеной и мягкий, влажный климат постепенно сменился засушливым. Тропические леса уступили место сухим саваннам, саванны превратились в пустыни. В это время многие формы вымерли, другие — мигрировали в районы с более благоприятными природными условиями. Процесс эволюции гоминид замер, не достигнув своего кульминационного пункта. В Южной Азии известны только упоминавшиеся рамапитеки и не найдено других прогрессивных форм, продолжающих линию гоминид.

Другое положение сложилось в приэкваториальной части Восточной Африки. Чрезвычайно интересно, что все древнейшие находки гоминид связаны с Восточной рифтовой зоной, расположенной к востоку от оз. Виктория, точнее с Кенийским рифтом, или, как его еще называют, рифтом Грегори<sup>1</sup>. Рифтовая система — это сложный, меридионально вытянутый пояс активного тектогенеза третичного и раннечетвертичного времени, связанной с зоной растяжения земной коры. Здесь существовала целая цепь горстов и грабен, частью заполнявшихся озерами, хорошо развитая речная сеть. Накапливались мощные толщи речных, озерных и континентальных отложений, часто затронутые складчатостью и вскрытые позже эрозийными процессами. К этой зоне приурочены вулканы, действовавшие в третичное и четвертичное время (Кения, Килиманджаро и др.). Они оставили в окружающей толще осадочных образований многочисленные прослойки пеплов, туфов, лав, которые помогли консервации ископаемых ос-

<sup>1</sup> Здесь нужно подчеркнуть, что азиатские рамапитеки геологически моложе соответствующей формы, найденной в Восточной Африке.

<sup>1</sup> См. А. В. Горячев. Рифты — глобальные структуры земной коры. — «Природа», 1974, № 9.



Характер залегания плиоцен — плейстоценовых отложений формации Шунгура (по материалам Р. Боннефильд и Ж. Шавайона). Для туфа «d» показана дата, полученная калий-аргоновым методом. Туф «с» не датирован, но залегающий стратиграфически ниже туф «d» имеет возраст 3,75 млн лет. Жирной стрелкой показан осанец песчаника, с которым связана одна из наиболее ранних находок ископаемых гоминид, известная под названием «Омо 18». Крестом показано место, где французской экспедицией были взяты копролиты животных для изучения содержащейся в них пыльцы растений. В результате анализа установлено присутствие пыльцы травянистых, свидетельствующей о наличии открытых степных пространств, и древесной пыльцы, характерной для лесостепной зоны, приречных и горных лесов. Данные пыльцевого анализа подтверждают выводы о разнообразии ландшафтов прошлого. 1 — цинеритовые туфы, 2 — глины, 3 — пески, 4 — глины песчанистые, 5 — песчаники.

татов и дали возможность определить их возраст калий-аргоновым методом.

В течение нескольких миллионов лет начиная с неогена в Восточной рифтовой зоне сохранялись своеобразные ландшафтные и климатические условия<sup>1</sup>. Климат этого времени

<sup>1</sup> Они отличались даже от природных условий Западной ветви Восточно-Африканской рифтовой зоны, протягивающейся к западу от оз. Виктория. Размах рельефа был там почти вдвое больше, вулканизм действовал несравненно слабее, сейсмическая активность была резко усилена и т. д.

уже обнаруживал тенденцию к похолоданию, но в приэкваториальной области оставался теплым, с некоторыми колебаниями во влажности и интенсивности накопления осадков. Здесь не было сплошных тропических лесов или засушливых пустынь, как в других частях Африки. На открытых пространствах господствовала растительность типа саванн, вдоль рек тянулись галерейные леса, болотные заросли окружали озера, склоны гор покрывали кустарники. Животный мир был чрезвычайно богат и состоял из обитателей самых разнообразных ландшафтов. Здесь имелись все предпосылки для сохранения и продолжения зародившейся эволюционной линии гоминид.

Таким образом, если процесс гоминизации, начавшийся в Южной Азии, оборвался в связи с изменившимися палеогеографическими условиями, то в Восточной Африке развитие гоминид продолжалось, и на определенном этапе достигло рубежа, отделявшего животное от человека.

### Геологический возраст африканских находок и вопрос о «недостающем» звене

Открытия последних десятилетий произвели целый переворот в наших представлениях о древности человечества. Наличие большого количества вулканогенных прослоев в отложениях Кенийского рифта позволило в ряде случаев определить возраст костеносных горизонтов калий-аргоновым методом, который контроли-

руется также палеонтологическими и геолого-геоморфологическими данными.

Вначале для палеоантропологических находок были известны лишь две крайние калий-аргоновые даты: 1,75 и 14 млн лет. Первая из них относилась к нашумевшим находкам Л. Лики в Олдувайском ущелье в Танзании, древность которых вызвала ожесточенные дискуссии<sup>1</sup>. Вторая цифра связана с открытием нижней челюсти одной особи у Форты Тернан на восточном берегу оз. Виктория. Найденная здесь форма, имеющая большое морфологическое сходство с рамапитеками Индии, получила название кенияпитека. Был определен калий-аргоновым методом возраст кристалла биотита из вулканического прослоя, который расположен на 10 м выше костеносного слоя, с остатками кенияпитека, но принадлежавшего к той же серии отложений. Полученная дата и составила 14 млн лет<sup>2</sup>. Таким образом, рассматривая кенияпитека как вероятную предковую форму человека, мы имели в тот период на линии гоминид две калий-аргоновые даты — 14 и 1,75 млн лет.

<sup>1</sup> Люди или животные? — «Природа», 1973, № 1, 2.

<sup>2</sup> Для рамапитеков Индии калий-аргоновых дат не имеется. Однако уточнение их стратиграфического положения, сделанного за последние годы индийскими учеными, позволяло связывать их только с одной из выделяемых здесь свит — нагри. По Э. Саймонсу, они существовали в возрастных рамках 12—10 млн лет.

За последние годы картина сильно изменилась. Широко развернувшиеся исследования, проводимые экспедициями разных стран, дали интересные результаты. Сделано много новых, важных палеоантропологических открытий. В известной мере установлено геологическое положение находок. Собраны и изучены обильные остатки млекопитающих. Для относительно ограниченной площади Восточного рифта получено не менее 300 калий-аргоновых определений. Широко использован палеомагнитный метод.

В возрастном отношении новые находки можно рассматривать как промежуточные звенья между кениапитеком и более молодыми формами Олдувайского ущелья. Наиболее древние из них фрагментарны. Так, к северо-западу от оз. Баринго в отложениях формации Нгороро обнаружена коронка зуба примата, имеющего много сходства с зубами кениапитека и напоминающего одновременно, по мнению Л. Лики, зубы австралопитеков. Осадочные отложения, в которых сделана эта находка, прикрываются и подстилаются вулканическими породами, имеющими калий-аргоновый возраст соответственно 9 и 12 млн лет.

На западном побережье оз. Рудольф у Лотегемского холма (бассейн р. Керо) обнаружены остатки наиболее древней формы австралопитеков, датирующейся возрастом в 5—5,5 млн лет, так как покрывающие и подстилающие слои имеют калий-аргоновые определения в 3,7 и 8,3 млн лет.

Южнее, у Канапои, был обнаружен обломок плечевой кости гоминида, возраст которого сначала устанавливался в 2,5 млн лет (по возрасту лежащих непосредственно выше вулканических туфов). В настоящее время предполагается, что он не моложе 4 млн лет (по составу сопутствующей фауны млекопитающих, синхронизируемой с фауной соседних местонахождений).

Много находок, представляющих по своему богатству и важности исключительный интерес, сделано в двух областях на оз. Рудольф: на северном берегу, в низовьях р. Омо, и на восточном берегу. Здесь мы уже

имеем дело не с изолированными костными остатками, как в предыдущих пунктах, а с целой серией разновозрастных находок.

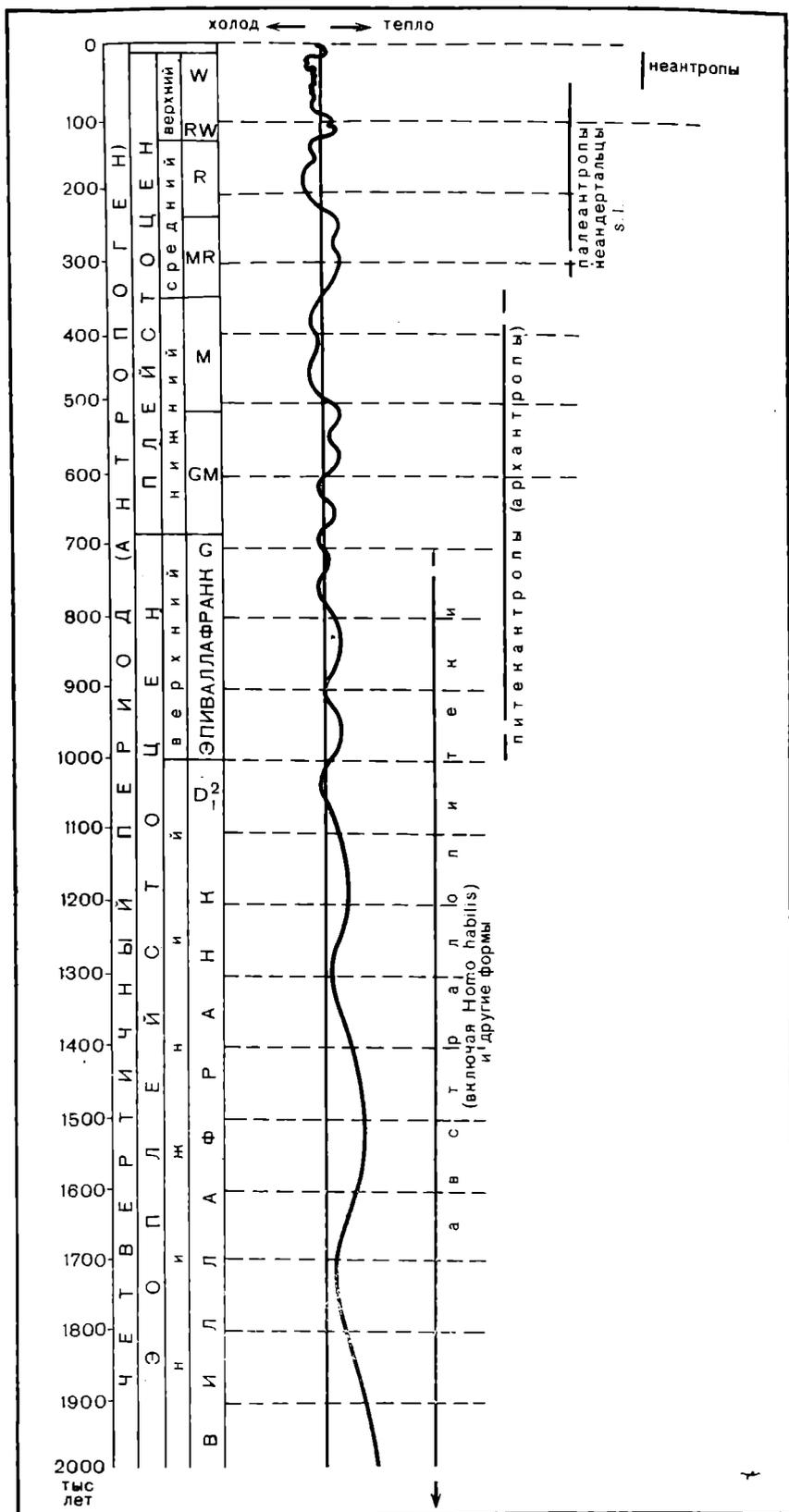
В долине р. Омо остатки австралопитеков встречены в двух местах развития плиоцен — плейстоценовых отложений. Одно из них находится на правом ее берегу несколько ниже места впадения р. Усно. В толще песчаников с прослоями глин и вулканических туфов, предположительно датирующихся возрастом в 2,75 млн лет, обнаружено большое количество остатков австралопитековых, представленных главным образом отдельными зубами.

Но основной интерес представляет второе место, расположенное ниже по реке, также на ее правом берегу. Здесь развита мощная толща песчано-глинистых отложений речного, озерного и дельтового происхождения, известных под названием формации Шунгура. В них четко прослеживается ряд туфовых горизонтов, датированных по калий-аргону и делящих всю толщу на ряд пачек, имеющих буквенные обозначения от «а» до «i». Эти отложения, затронутые складчатостью и залегающие наклонно, тянутся неширокой полосой параллельно реке на протяжении 75 км. В них обнаружено большое число местонахождений, давших много десятков остатков австралопитековых: челюсти, зубы, фрагменты черепов и костей конечностей. По данным калий-аргонового датирования они имеют возраст от 3,5 до 1,3 млн лет.

Вторая область, где обнаружена серия находок австралопитековых, расположена на восточном берегу оз. Рудольф. Здесь с 1968 г. работает большая экспедиция под руководством Р. Лики, которая открыла к концу 1972 г. остатки не менее 90 особей ископаемых гоминид. Они встречены в двух больших районах, разделенных возвышенностью Кокои, сложенной миоценовыми базальтовыми потоками. Северный район носит название Илерет, южный, где, в свою очередь, выделяется ряд пунктов со значительной концентрацией находок, известен под названием Кооби Форэ. Особенный интерес представляют пункты Кооби Форэ СВ и Кооби

*Хронологическое положение местонахождений ископаемых гоминид Кенийской рифтовой зоны, показывающее временные интервалы между отдельными находками и положение последних в разрезе. Номера пунктов (I—IX) соответствуют номерам на геолого-тектонической карте рифтовой зоны (см. стр. 46.).*





Темпы эволюции человека и его предшественников. Слева — стратиграфическая колонка, показывающая предполагаемую длительность отдельных отрезков четвертичного периода. Кривая отражает климатические колебания в общем плане. В линию австралопитеков включены все политипические африканские формы этого времени, включая *Homo habilis*. Существование собственно австралопитековых уходит вглубь до 5—5,5 млн лет. В линию питекантропов включены питекантропы из Олдувая, атлантроп из Тернифина, европейские формы (гейдельбергская находка в ФРГ и Вертешсолдш в Венгрии), яванские питекантропы и синантропы. Под палеантропами подразумеваются как классические западноевропейские неандертальцы (тупиновая ветвь), так и сапиентные формы, называемые иногда пресапиеменами. Неантропы отвечают чистому виду *Homo sapiens* — человеку современного типа. График с большой ясностью показывает последовательное ускорение темпов развития гоминид. Если развитие австралопитеков и близких к ним форм требовало времени, измеряемого миллионами лет, то для питекантропов (архантропов) оно составляло сотни тысяч лет, для палеантропов (неандертальцев в широком смысле) — меньшее количество времени, чем для архантропов, а для неантропов (людей современного типа) — всего три-четыре десятка тысяч лет.

Фора ЮЗ. Развитые здесь плиоцен — раннеплейстоценовые образования также представлены речными, озерными и дельтовыми отложениями с прослоями вулканических туфов. Среди последних маркирующим служит характерный туф KBS, имеющий калий-аргоновый возраст около 2,6 млн лет (другие прослои туфов, залегающие ниже и выше, мало пригодны для датирования). Костные остатки, представленные различными частями скелетов, черепами, челюстями и отдельными зубами австралопитеков, встречены как выше, так и ниже туфа KBS.

С местностью Кооби Фора СВ связана уникальная находка, сделанная в августе 1972 г. Здесь на склоне глубокой промоины были обнаружены обломки черепа, описанного под названием «черепа 1470». Всего здесь было собрано более 150 обломков, которые дали возможность реконструировать этот череп. Сильная минерализация костей и отсутствие следов окатанности, исключает, по мнению Р. Лики, их переотложение. Обломки происходят из косослоистых сильно ожелезненных песчаников, включающих горизонты золотых вулканических туфов. Среди последних — упомянутый маркирующий туф KBS. Слой, с которым связывают остатки «черепа 1470», располагается на 35,5 м глубже этого туфа. В связи с этим исследователи, изучавшие район, предполагают, что возраст черепа должен составлять около 2,9 млн лет. Самое примечательное — это морфологический характер находки. Череп 1470 имеет ряд прогрессивных черт. Емкость его мозговой коробки составляет 810 см<sup>3</sup>, что значительно превышает емкость всех известных австралопитековых, в том числе и гораздо более поздних<sup>1</sup>.

Кроме этого черепа, в том же районе и в тех же геологических условиях встречены кости конечностей гоминид, также содержащих ряд признаков, отличающих их от австралопитековых. Найдены и фрагменты черепа ребенка не старше 6 лет, имеющие прогрессивные черты.

Рассматриваемый далее район раз-

вития гоминид связан со ставшим широко известным за последнее время Олдувайским ущельем. Он находится гораздо южнее, в Танзании, но также в пределах рифтовой зоны. Выходящая в ущелье 100-метровая толща осадочных пород с прослоями туфов, разделена на 5 разновозрастных слоев. Туф из нижнего горизонта самого глубокого слоя имеет калий-аргоновую дату в 1,75—1,8 млн лет. Таким образом, разрез Олдувая синхронизируется с верхней частью разрезов таких районов, как Кооби Фора и Шунгура в Омо. Он особенно интересен тем, что только здесь имеется относительно полная колонка более молодых отложений, тогда как у оз. Рудольф плиоцен — раннечетвертичные слои либо обнажаются прямо на поверхности, либо перекрываются совсем молодыми горизонтально залегающими озерными осадками. Палеоантропологические находки в Олдувайском ущелье встречаются в отложениях, имеющих возраст от 1,8 млн лет до среднечетвертичного времени (0,4—0,5 млн лет).

Таким образом, можно констатировать, что находки ископаемых гоминид, связанные с Кенийским рифтом, восходят к глубокой древности. Ничего равного им по времени для других регионов мы не знаем.

В связи с этим возникает вопрос о древности австралопитеков, встреченных в Южной Африке. Каковы взаимоотношения этих находок с восточно-африканскими в возрастном плане?

Южная Африка, начиная с неогена, представляла собой однообразный пенеппен, с останцами более древних поверхностей. Для нее была характерна тектоническая стабильность, отсутствие вулканизма, широкое развитие песчаного покрова. Климат был пустынным и полупустынным. Пригодной для обитания являлась лишь возвышенная, южная часть, отделенная с севера широкой пониженной зоной, в которой господствовали аридные условия. Так осуществлялась почти полная изоляция этого района, особенно ярко отразившаяся на характере его растительности. Последняя резко отличалась от растительности всего Африканского континента и надолго сохранила своеобразный характер.

Остатки австралопитековых были открыты в Южной Африке только в пещерах. Каменных изделий вместе с ними с достоверностью не встречено. Отсутствуют прослои вулканических туфов, которые могли бы дать материал для датировки калий-аргоновым методом. Сопутствующая фауна млекопитающих содержит отдельные древние элементы. Но это может быть вполне объяснено изоляцией описываемой территории. Южноафриканская фауна, подобно растительности, могла сохранять реликтовые формы дольше, чем на других частях континента, в связи с чем ее трудно сопоставлять с восточно-африканской.

Геоморфологические исследования, проведенные в Южной Африке, намекают возможное время образования карстовых пещер: от 2,5—3 млн до 0,9 млн лет. Но эти цифры, разумеется, только предположительны. К тому же, после образования карстовой полости, требовалось достаточно длительное время для заполнения ее пещерными отложениями, вмещающими находки.

Все данные говорят в пользу того, что Южная Африка не входит в область прародины человечества. Повидимому, австралопитеки проникли сюда в небольшом количестве с северо-востока и какое-то время вели здесь обособленное существование.

Возвращаясь к вопросу о «недостающем звене», необходимо отметить большое разнообразие встреченных в Африке форм, среди которых выделяется несколько видов, а, по мнению некоторых исследователей, даже родов гоминид.

В связи с находкой «черепа 1470» и других единичных остатков на восточном берегу оз. Рудольф, Р. Лики ставит вопрос о возможности более раннего появления рода *Homo*, чем это предполагается в настоящее время. Человеческая линия минует при этом ряд стадий. Конечно, эти остатки пока еще единичны и обнаружены в осыпи. Так что, несмотря на исключительный интерес, эти находки и возникшие в связи с ними вопросы требуют дальнейшего подкрепления.

Новые открытия ранних гоминид в известной степени заполняют имевшиеся временные пробелы, но их

<sup>1</sup> Подробно см.: М. И. Урыс о н. Неужели человеку 3 млн лет? — «Природа», 1974, № 6.

многообразие усложняет общую картину. Можно ли считать все найденные формы звеньями одной и той же цепи? Есть основания считать, что родословное древо человека на ранних стадиях антропогенеза состояло из нескольких параллельных ветвей, лишь одна из которых привела к появлению «венца творения», человека современного вида.

## Когда появились первые каменные изделия?

Одной из самых важных и интересных проблем, связанных со становлением человека, является проблема появления первых каменных изделий — не простое использование естественных камней, а сознательная их подправка и подработка для применения в определенных целях. Автору статьи представляется, что ставить вопрос о сознательной деятельности миоценовых рамапитеков, как это делается некоторыми исследователями, вряд ли следует. Это, вероятно, была деятельность не более «сознательная», чем навыки современных обезьян.

В настоящее время древнейшие следы сознательной деятельности гоминид известны из района оз. Рудольф. В пункте KB (или северо-восточный Кооби Форэ) раскопками выявлены остатки «жилой поверхности» (living floor), связанные с прослоем туфа KB, имеющего калий-аргоновый возраст  $2,6 \pm 0,26$  млн лет. На выветренной поверхности туфа, в глинистом слое со следами почвообразования найдено на месте небольшое количество каменных изделий, вместе с разбитыми костями животных. Так называемая «жилая поверхность» находилась на берегу древнего озера. Каменные изделия представлены в основном отщепами. Единичные экземпляры имеют явные следы ретуши и использования. Они изготовлены из лавы и, реже, из мелких кварцевых галек. Породы эти распространены не менее чем в 10 км от пункта находок, и, следовательно, принесены сюда гоминидами. На поверхности этого района примитивные каменные изделия собраны во многих местах. Имеются предварительные сообщения о том, что в 1973 г. здесь обнаружены

новые местоположения, связанные со слоями еще более древними, чем 2,6 млн лет.

Вторая область, где следы деятельности гоминид найдены непосредственно в древних отложениях, — северный берег оз. Рудольф, в низовьях р. Омо. По данным работ полевых сезонов 1971—1972 гг., здесь обнаружено два местонахождения, связанные с нижней частью пачки «f» формации Шунгура, в состав которой входит туф, имеющий калий-аргоновый возраст около 2 млн лет. В одном из них — 130 каменных изделий и кости различных животных обнаружены в тонких песчано-гравийных линзах, составляющих нижнюю часть погребенных русловых отложений небольшого потока. Они находятся в перемещенном положении, но связь их с пачкой «f» не вызывает сомнений.

Во втором случае археологические материалы встречены, как это полагают авторы раскопок, непосредственно на месте пребывания гоминид, в глинистых образованиях со следами выветривания. На отрезке протяжением около 20 м здесь найдено 95 изделий преимущественно из кварца. Они не окатаны и, судя по литологическому составу отложений этого района, принесены сюда с расстояния в 20—30 км. Костей млекопитающих с ними обнаружено не было.

Каменные предметы из пачки «f» формации Шунгура отличаются очень небольшими размерами и своим составом (кварц) от более древних находок на Восточном берегу оз. Рудольф и более поздних каменных изделий Олдувайского ущелья.

Олдувайское местонахождение расположено значительно южнее, в Танзании, но также в пределах рифтовой зоны и развития молодого вулканизма. До последних лет оно считалось древнейшим. Грубые рубящие изделия и отщепы встречены в Олдувайском ущелье в отложениях, надежно датированных калий-аргоновым методом возрастом 1,75 млн лет. Здесь значительно лучше, чем в бассейне Рудольфа выражена «жилая поверхность», с которой связаны не только обработанные каменные предметы, но раздробленные кости некрупных

животных и искусственно выложенный круг из камней. Каменные изделия встреченного здесь типа, известные под названием «олдованской индустрии», обнаружены и в других районах Африки (богатые раскопки в Эфиопии у Мелька Конгуре, Аин-Ханеш в Северо-Западной Африке). Однако они не датированы там по калий-аргону, и соотношение их с восточноафриканскими находками во времени остается неясным. Что же касается находок каменных изделий олдованского типа на других континентах, то они появились там много позднее. В Индии, например, по единодушному мнению индийских исследователей, древнейшие находки каменных изделий имеют среднеплейстоценовый возраст (не древнее 0,5 млн лет), а на юге Западной Европы они вряд ли древнее конца виллафранка (0,8—1 млн лет).

Олдувайское местонахождение интересно тем, что в том же ущелье обнаружены и более молодые отложения, содержащие остатки раннеашельских и более поздних «культур», широко распространенных и на значительной территории Старого Света. Они являются уже плодом деятельности питекантропов, костные остатки которых обнаружены там в двух разных слоях, возрастом в 1,0 млн и 0,5 млн лет.

Таким образом, имеющиеся в настоящее время материалы дают основания предполагать, что первые в мире изделия из камня появились в рифтовой зоне Восточной Африки, не менее, а, возможно, более 2,6 млн лет назад.



Подведем итоги. Не возникает сомнений, что целая цепь природных явлений крупного плана сыграла большую роль в зарождении человечества. Сюда относятся, прежде всего, интенсивные тектонические движения альпийского орогенеза, которые отразились на распределении материков и океанов и характере рельефа континентов. В связи с этим определилась климатическая обстановка того или иного региона, оказавшая прямое влияние на развитие животного и растительного мира.

В первой половине XX в. предлагались гипотезы (Г. Ф. Осборн, А. В. Гребо), в которых природной среде отводилась главенствующая роль. Появление человека считалось обусловленным только определенным сочетанием тектонических и палеогеографических факторов (имелось в виду центральноазиатское происхождение древнейшего человека: грандиозный подъем Гималаев, иссушение климата, лишившее антропоидов привычной среды, необходимость бороться за существование в более суровых условиях, чем прежде). Внутренние законы эволюционного развития при этом не принимались в расчет.

Между тем эволюционный процесс, протекавший на Земле, несомненно имел определенную направленность. Что же касается изменившихся условий существования, то тут должны учитываться известные пределы возможного приспособления к новой обстановке.

Природные условия стимулировали развитие жизни на Земле; они могли ускорить или замедлить этот процесс. И по отношению к человеку в значительной мере определили место и время его становления (имеются в виду самые ранние, зачаточные стадии антропогенеза).

В неогене и начале четвертичного периода восточная часть африканского континента обладала целым рядом благоприятных черт. Прежде всего, Африка была единственным континентом Восточного полушария, пересекаемым экватором, благодаря чему здесь постоянно было тепло, а колебания климата — незначительны. К тому же все время сохранялись континентальные условия. Таким образом, была обеспечена возможность длительного эволюционного развития, исчисляемого миллионами лет. В рифтовой зоне Восточной Африки в это время существовал сложный пересеченный рельеф с высокими горами, многочисленны были полноводные реки, большие пресные озера, представлены все растительные зоны — от тропических лесов по берегам рек до высокогорных лугов на больших высотах. Не менее разнообразен и чрезвычайно богат был животный мир, причем многие формы (например, быки), судя по иско-

паемым остаткам, достигали гигантских размеров.

Экологические условия в целом были очень хорошими. Однако существовал ряд факторов, осложнявших существование гоминид. При слабости их биологической защищенности было трудно противостоять хищникам, стадам копытных, хоботных, крупным обезьянам. Большую роль играло огромное количество вулканов (более 70 одних лишь громадных центральных вулканов и ряд вулканических хребтов и плато), излияния которых проходили отдельными фазами в течение всего неогена и четвертичного периода. Они часто опустошали большие площади, угрожая живым существам и лишая их привычного пищевого рациона. По-видимому, имели место также катастрофические наводнения, ливни. Горообразовательные движения сопровождалась землетрясениями и т. д.

Гоминиды должны были приспособляться к создавшимся условиям, бороться с постоянно грозившими опасностями, что имело в конце концов положительное значение. Преодоление трудностей в борьбе за существование и обострение конкуренции при общем стабильном благоприятном палеогеографическом фоне послужило стимулом для развития высокоорганизованных антропоидов. И это развитие, по-видимому, достигло здесь своего кульминационного момента.

Таким образом, появление первых гоминид и наиболее ранних следов их деятельности в Восточной Приэкваториальной Африке можно считать закономерным. Природная среда была одним из самых важных факторов, обеспечивших становление человека на ранних стадиях антропогенеза.

После того, как длительный эволюционный процесс привел гоминид к зачаткам сознательной деятельности, окружающая среда стала постепенно терять свое былое значение. Темпы их всестороннего развития стали все более ускоряться.

Относительно небольшую территорию Кенийской рифтовой зоны (или рифта Грегори) можно рассматривать как своего рода экологическую нишу, где зародился и успешно развивался процесс антропогенеза. Здесь

появились первые предки человека, независимо от того, что вкладывать в это понятие: первые гоминиды — рамапитеки; первые австралопитеки; первые существа, способные изготавливать примитивные каменные изделия, а также, возможно, первые питекантропы<sup>1</sup> — творцы уже достаточно прогрессивной раннеашельской каменной «индустрии». Геологических предпосылок для поисков истоков человечества в других регионах и на других континентах меньше, или они совсем отсутствуют.

<sup>1</sup> Автор считает, что сведения о глубокой древности (до 2 млн лет) питекантропов из слоев джетис на о. Ява, появившиеся в последнее время в литературе, вызывают сомнения. Хорошо изученная фауна млекопитающих из этих слоев не соответствует такой датировке.



# Снежники В ЖИЗНИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Г. Г. Собанский  
Кандидат биологических наук

Роли снежного покрова в жизни животных посвящено немало работ географов и зоологов<sup>1</sup>. Все эти исследования касаются, главным образом, зимнего периода жизни. В то же время представляют интерес наблюдения за поведением животных в местах, где снег в тех или иных масштабах сохраняется летом и является постоянным экологическим фактором.

Одним из типичных элементов ландшафта высокогорья Алтая могут считаться снежники — участки нарастающего снега, которые встречаются здесь в летне-осенний период на высоте 1,8—2,5 тыс. м (рис. 1).

Мы проводили наблюдения за снежниками в горах Северо-Восточного Алтая в 1962—1973 гг., с мая по сентябрь. Максимальные отметки местности здесь от 1,5 до 3,0 тыс. м над ур. м.; наиболее обычны хребты и вершины с высотами до 2,5 тыс. м.

В хребтах Иолго, Абаканском и др. нам известно несколько десятков крупных снежников, которые за все время наших наблюдений ни разу не растаяли полностью. Эти и многие

другие большие снежники можно считать практически «вечными» (хотя, конечно, нельзя исключить возможности полного их таяния в жаркое лето после малоснежной зимы).

Площади снежников различны — от нескольких квадратных метров до нескольких десятков гектаров; толщина слоя снега также существенно колеблется — от нескольких сантиметров до 10—15 м и более. Поверхность снега, располагающаяся чаще всего параллельно склону, обычно довольно ровная, реже с невысокими волнообразными складками — следствием работы ветра. Снег зернистый, влажный, приближающийся по структуре к фирну, плотный — удельный вес его от 0,3 до 0,5, редко больше. При ходьбе нога человека погружается в такой снег в среднем на 5—7 см. В поверхностном слое обычно содержится немного мусора, пыли, различного лесного хлама, принесенного ветром. В глубине снег чистый.

Располагаются снежники на склонах северной экспозиции, по подветренным участкам хребтов и гребней (в местах надувов), в глубоких логах и долинах, у подножия склонов в местах скатывания лавин и оползней. Самые крупные снежники находятся чаще всего в карах, ориентированных в большинстве случаев открытой стороной в различных северных направлениях.

В первой половине лета число снежников и запасы снега в них колеблются в зависимости от снежности, суровости и продолжительности зимы. Со второй половины июля и позже на обилии снега заметно сказываются погодные условия лета. В жаркие дни число снежников и за-



*Генрих Генрилович Собанский, старший научный сотрудник, заведующий Телецким стационаром Биологического института Сибирского отделения АН СССР. Биолог-охотовед. Автор работ по экологии и хозяйственному значению копытных.*

Фото автора

<sup>1</sup> А. А. Насимович. Роль снежного покрова в жизни копытных на территории СССР. М., Изд-во АН СССР, 1956; А. Н. Формозов. Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР. М., Изд. МОИП, 1946.



Рис. 2. Северные олени, отдыгающие на снегу. Начало сентября 1973 г. Снимок сделан с расстояния 550 м.

Рис. 3. Бурый медведь валется в снегу, чтобы очистить шкуру от грязи. Июль 1970 г. Расстояние — 400 м.

Рис. 4. Горный козел утоляет жажду снегом. Июль 1970 г. Расстояние — 500 м.

пасы снега в них сокращаются быстро, прямо на глазах. Зато в холодную погоду, особенно после ночных заморозков, таяние снега почти прекращается.

Несмотря на значительные изменения запасов снега, в зависимости от указанных факторов, снежники встречаются, в большем или меньшем числе, в течение всего лета, а также и в сентябре, когда к ним периодически добавляется свежевыпавший снег (снегопады в горах Алтая бывают, хотя и не часто, в любые летние месяцы, в сентябре же они становятся обычными).

Описанные снежники имеют существенное значение в жизни всех видов крупных млекопитающих, изучением которых нам пришлось до настоящего времени заниматься — бурого медведя, марала, дикого северного лесного оленя, сибирского горного козла. Общее для всех перечисленных зверей значение снежников сводится к трем основным моментам.

Прежде всего, снежники летом служат животным источниками прохлады. В жаркие дни звери нередко отдыхают на снегу или в непосредственной близости от него. Чаще других это делают маралы и северные олени (рис. 2). Звери подолгу лежат, стоят или лениво бродят по снегу. «Тяга» к снежникам усиливается в дни массового вылета гнуса, особенно овода. Потоки холодного воздуха, исходящие от снежников, отпугивают насекомых. Небольшие по площади снежники не спасают зверей, и они



переходят или перебегают на более крупные.

Пониженная температура воздуха отрицательно влияет на гнуса, и его около снега всегда меньше. На больших снежниках в жаркие дни мы неоднократно находили дохлых слепней без признаков наружных повреждений. Этот же кровосос, положенный на снег (с оторванными крыльями), погибал через несколько минут, причем последующее отогревание не возвращало его к жизни. По-видимому, близкий контакт со снегом губительно действует на слепней, и копытные умеют использовать это обстоятельство.

Горные козлы на снегу отдыхают реже. Они предпочитают лежать вблизи от него, но также иногда подолгу стоят на снегу, бегают, здесь же играют, бодаются, особенно молодняк.

Во-вторых, снежники для всех зверей являются источниками влаги. Звери часто хватают снег, чтобы утолить жажду. Мы неоднократно наблюдали это у горных козлов (рис. 4), реже у оленей и маралов. Медведи в жаркие дни тоже нередко хватают пастью снег.<sup>1</sup>

И, наконец, снежники способствуют сохранению свежей зелени. Когда трава почти всюду на альпийских и субальпийских лугах в конце лета огрубеет, а иногда еще пожухнет, побуреет от ночных заморозков, на местах недавно растаявших снежников (или их частей) всегда есть молодая сочная зеленая трава. Такие участки — излюбленные пастбища маралов, реже северных оленей, горных козлов и медведей в августе и начале сентября.

Использование снежников имеет некоторые особенности в жизни отдельных видов зверей. Так, для маралов они подчас являются препятствием при переходах. Эти животные обладают большой весовой нагрузкой на след и могут сильно проваливаться при передвижении по некоторым массивным снежникам, особенно при попытках передвигаться прыжками (крупные хищники в начале лета, преследуя маралов, нередко пытаются загнать их на снег). Небольшие отлогие снежники маралы преодолевают без труда; большие при



Рис. 5. Медведь спускается со снежника. Август 1969 г. Расстояние — 400 м.

необходимости проходят шагом. На особенно крутые снежники они стараются, как и северные олени, не выходить, за исключением тех случаев, когда нужно во время миграций преодолеть водоразделы и перевалы, закрытые снегом (например, перевал из бассейна р. Кубы в бассейн Уймена, который звери проходят в конце мая — начале июня).

Северные олени проваливаются редко и не боятся переходить или перебежать снежники, хотя также избегают круто падающих склонов, где им, видимо, трудно удерживаться. Только горные козлы в любое время почти беспрепятственно передвигаются по снежникам любой крутизны, преимущественно вниз и поперек склонов.

Несколько шире использует снежники бурый медведь. Отдыхать на снегу, даже при обилии гнуса, он не любит (предпочитает ложиться в траве или зарослях березки и ивы). Зато любит, подобно собаке, покататься и поваляться по снегу (рис. 3). Эта «операция» очищает шкуру от

грязи, может быть и от некоторых паразитов, освежает зверя. Переходов по крутым снежникам поперек склона медведь также избегает, зато охотно спускается со склонов любой крутизны. Нам удалось наблюдать бросок, а точнее «нырок», медведя с отвесной стенки снежника высотой 12—13 м (рис. 5). В другой раз мы видели, как зверь за несколько десятков секунд спустился по снежнику на 500 м по вертикали — из зоны лишайников каменистой тундры к верхней границе леса на субальпийский луг. При этом медведь не столько прыгал по весьма крутому склону, а скорее катился вниз по снегу с большой скоростью, словно на лыжах. Этот же спуск по каменистой россыпи отнял бы у зверя немало времени и сил.

Приходилось наблюдать, как взрослый медведь в течение нескольких минут с явным удовольствием катался на брюхе с небольшого крутого снежника. Скатившись, он снова поднимался вверх и повторял спуск. О таких же наблюдениях за медвежатами рассказывают охотники.

Остатки снежных лавин подчас играют роль холодильников, хранилищ пищи для медведя и других хищников. На Алтае копытные — маралы, горные козлы, иногда и кабарга — нередко гибнут в снежных лавинах и оползнях<sup>1</sup>. Здесь их туши сохраняются довольно продолжительное время, пока не растает снег. Вытаявшее мясо охотно поедается медведями и другими хищниками. Часто это можно наблюдать по береговым склонам Телецкого озера, по долинам рек Шавлы, Кадрина, Сумудьты и в других местах Северо-Восточного Алтая, где лавины обычны в период с апреля по июнь.

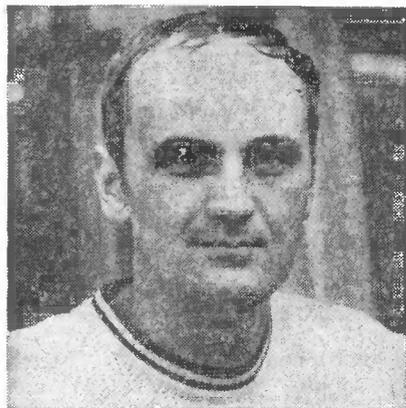
Таким образом, наблюдения показывают, что снежники на Северо-Восточном Алтае играют известную, временами (особенно в период массового лета кровососущих насекомых) весьма существенную, но пока еще мало изученную, роль в жизни крупных млекопитающих.

<sup>1</sup> Г. Г. Собанский, М. Д. Холод. Гибель маралов в районе Телецкого озера (Северо-Восточный Алтай) в многоснежную зиму 1965—1966 гг. — В сб.: Териология, т. I. Новосибирск, 1972.

# Астрономия больших энергий

О. Ф. Прилуцкий  
Кандидат физико-математических наук

И. Л. Розенталь  
Доктор физико-математических наук



*Олег Феодосиевич Прилуцкий, младший научный сотрудник Института космических исследований АН СССР. Занимается вопросами теоретической астрофизики. Монография (совместно с Л. М. Озерным и И. Л. Розенталем): Астрофизика высоких энергий. М., Атомиздат, 1973.*

стационарных и даже взрывных объектов, к которым следует отнести и Вселенную.

Если пытаться провести рубеж между «старой» и «новой» астрономиями, то следует в первую очередь отметить работы советского ученого А. А. Фридмана и американского ученого Э. Хаббла о расширении Вселенной, оказавшие огромное влияние даже на мировоззрение людей, далеких от астрономии.

Здесь следует отметить две взаимосвязанные стороны вопроса: во-первых, астрономия созрела для вторжения идей эволюции и, во-вторых, большой технический прогресс расширил возможности наблюдения нестационарных объектов. Поясним последнее утверждение. В связи с развитием электроники и вынесением наблюдательных приборов за пределы атмосферы появилась возможность исследования космических объектов в радио-, инфракрасном, ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах. Огромное расширение возможностей наблюдения затронуло весь диапазон электромагнитных волн.

Однако главный результат возросших возможностей — не увеличение числа наблюдаемых объектов, а обнаружение и изучение новых классов нестационарных и взрывных объектов, имеющих в некоторых аспектах совершенно иную природу.

## Нестационарные объекты

Объекты, которые изучались в традиционном, оптическом диапазоне,— это в основном квазистационарные объекты, находящиеся в состоянии, близком к тепловому равновесию;



*Иосиф Леонидович Розенталь, старший научный сотрудник Института космических исследований АН СССР. Занимается вопросами физики элементарных частиц, космических лучей и астрофизики. Монографии: Кинематика ядерных реакций. М., Атомиздат, 1968; Космические мюоны и нейтрино. М., Атомиздат, 1970.*

## Революция в астрономии

Последнее десятилетие ознаменовалось подлинной революцией в астрономии. Однако, по нашему мнению, здесь важны не отдельные самые выдающиеся открытия (например, пульсаров, квазаров, реликтового излучения, рентгеновских звезд и др.), а изменение самого духа астрономии.

Вплоть до начала XX столетия, в течение многих веков, астрономия была почти исключительно наукой о стационарных объектах. Даже эволюционные идеи (типа космогонической гипотезы Канта-Лапласа) с трудом уживались с идеологией, господствующей в астрономии. В последнее десятилетие центр тяжести астрономии сместился в сторону исследования не-

время их жизни сравнимо с временем расширения Вселенной ( $\sim 10^{10}$  лет). Температура большинства таких объектов заключена в интервале  $10^3 \leq T \leq 5 \cdot 10^4$  К, что соответствует энергии квантов  $0,1 \leq E \leq 5$  эв, т. е. излучение попадает в оптический и ближний ультрафиолетовый диапазоны.

Спектр нестационарных объектов, как правило, не соответствует тепловому равновесию, и зачастую максимальное выделение энергии относится к радио-, инфракрасному, рентгеновскому и другим диапазонам. Время жизни подобных объектов существенно меньше  $10^{10}$  лет (например, оценки времени жизни пульсаров и квазаров приводят к величине  $\sim 10^6 \div 10^7$  лет).

На рис. 1 представлены характерные спектры стационарного источника (Солнца) и нестационарного источника (Крабовидной туманности, возникшей на месте вспышки Сверхновой звезды). Форма спектров нестационарных источников значительно сложнее и многообразнее, чем у стационарных. Нередко спектры нестационарных источников в значительном интервале частот представляются степенными функциями. Это обстоятельство позволяет выдвинуть гипотезу о связи излучения в нетепловых источниках с взаимодействием релятивистских частиц, поскольку спектр космических лучей также имеет степенную форму. Здесь намечается важнейший пункт: приняв эту гипотезу, мы делаем предположение, что в излучающих областях нестационарных источников существенная доля энергии содержится в неравновесной<sup>1</sup> форме вещества — в релятивистских частицах. Взаимодействие этих частиц в космических условиях составляет предмет астрофизики высоких энергий.

Один из основных вопросов астрофизики высоких энергий заключается в изучении механизмов взаимодействия релятивистских частиц с космической средой. Наибольшее значение имеют такие механизмы, как синхротронное (магнитотормозное)

<sup>1</sup> Имеется в виду, что распределения релятивистских частиц (космических лучей) далеки от равновесного.

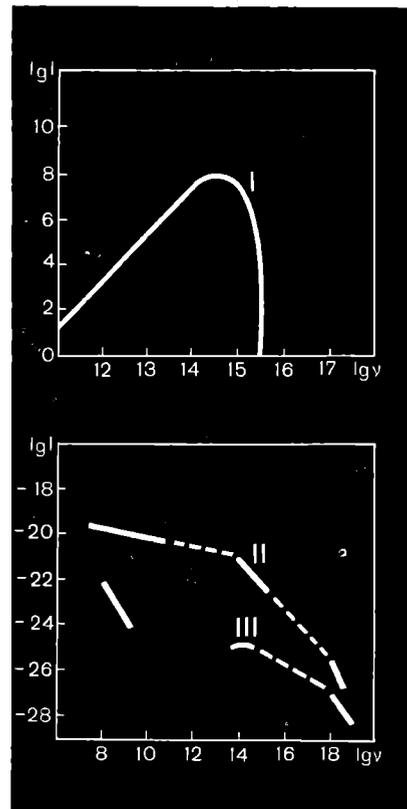


Рис. 1. Энергетический спектр теплового излучения Солнца (I), Крабовидной туманности (II) и пульсара NP 0532 (III). По оси ординат в логарифмическом масштабе отложена интенсивность излучения  $I$ , по оси абсцисс — логарифм частоты излучения  $\nu$ . Пунктиром отмечены участки, для которых не получены точные экспериментальные данные.

Сравнение физических величин в излучающих областях пульсаров с величинами, достижимыми в земных лабораториях

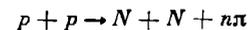
Величина	Пульсар	Лаборатория
Напряженность магнитного поля, э	$10^{12}$	$10^7$
Плотность энергии электромагнитного излучения, эрг/см <sup>3</sup>	$10^{14}$	$10^{12}$
Плотность вещества, г/см <sup>3</sup>	$10^{13}$	$10^{1,3 \pm 1,5}$ (в несколько раз больше нормальной; например, в ударных волнах)
Энергия быстрых частиц, эв	$10^{10}$	$10^{11}$

излучение, обратный комптон-эффект и образование фотонов в результате ядерных взаимодействий<sup>1</sup>.

Синхротронное излучение (рис. 2) обусловлено взаимодействием релятивистских частиц с магнитным полем (этот механизм практически не характерен для адронов из-за большой величины их массы). Магнитное поле «тормозит» частицу, искривляя ее траекторию; появляющееся при этом ускорение и есть причина электромагнитного излучения.

Обратный комптон-эффект характерен для электронов и имеет общие черты с синхротронным излучением. Как известно, прямой комптон-эффект представляет собой рассеяние рентгеновских фотонов на покоящихся электронах и сводится к передаче энергии от фотонов к электронам. Обратный комптон-эффект — это процесс рассеяния релятивистских электронов на фотонах малых энергий, в котором уже электрон передает часть своей энергии фотону<sup>2</sup>.

При столкновении быстрых протонов и ядер с ядрами атомов космического газа также могут возникать фотоны больших энергий. Они образуются в цепи реакций:



(образование  $\pi$ -мезонов в столкновениях нуклонов),

<sup>1</sup> Более подробно об этом см.: В. Л. Гинзбург. Гамма- и рентгеновская астрономия.— «Природа», 1965, № 3.  
<sup>2</sup> См.: В. Г. Курт. Рентгеновская астрономия.— «Природа», 1971, № 3.

Таблица

$$\pi^0 \rightarrow 2\gamma$$

(распад нейтральных  $\pi$ -мезонов на 2 фотона).

Спектр фотонов, образующихся при распаде нейтральных пионов, всегда имеет характерный максимум при энергии  $E_\gamma = m_\pi c^2/2 = 70$  Мэв, где  $m_\pi$  — масса пиона.

Здесь уместно отметить отчетливый параллелизм между радио- и  $\gamma$ -астрономиями. Радиокванты, возникающие в нестационарных объектах, как правило, обусловлены взаимодействием релятивистских электронов с магнитным полем, а  $\gamma$ -кванты с энергией  $\geq 10$  Мэв возникают в процессах взаимодействия ядерной компоненты космических лучей с межзвездной средой. Совместное изучение космических объектов на пределах шкалы наблюдаемых длин волн в радио- и  $\gamma$ -диапазонах может существенно облегчить постижение природы этих объектов и пролить свет на происхождение космических лучей.

Важнейшая задача астрофизики (и, в частности, астрофизики высоких энергий) — по данным наблюдений построить модель источника. Эта задача подчас весьма сложна и требует больших усилий как наблюдателей, так и теоретиков.

О теоретиках следует сказать особо. Еще до конца 30-х годов нашего столетия достижения физики (в основном атомной физики и теории излучения) механически переносились при интерпретации наблюдательных данных на небесные объекты, поскольку параметры излучающих областей стационарных космических объектов мало отличались от параметров, получаемых в лабораторных условиях. Сейчас положение изменилось. Многие космические тела характеризуются параметрами, на много порядков превышающими максимально достижимые в лаборатории. В таблице приведены характерные значения ряда параметров излучающих областей пульсаров в сравнении с рекордными достижениями в земных лабораторных условиях. Поэтому простая экстраполяция результатов земных экспериментов на подобные тела представляется подчас не соответствующей поставленной задаче.

Здесь мы иногда встречаемся с объектами особого рода — весьма

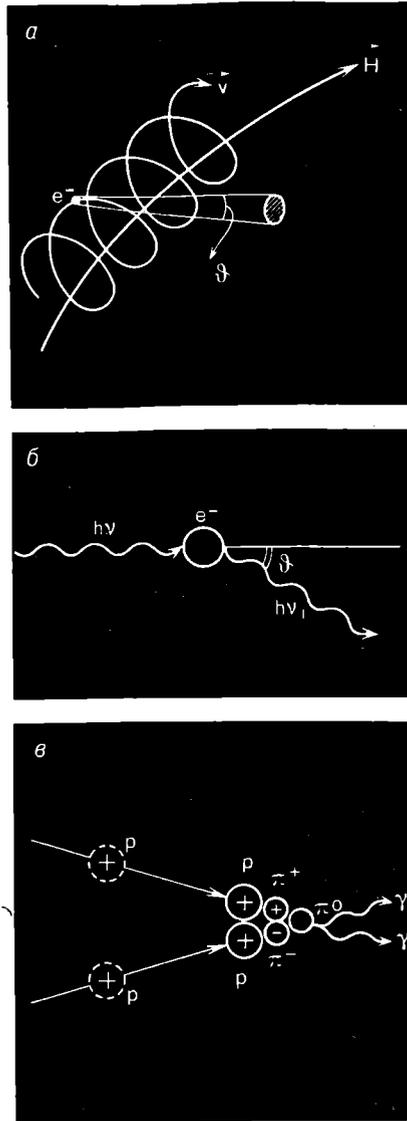


Рис. 2. Процессы взаимодействия жесткого электромагнитного излучения с веществом: а — синхротронное (магнитогормозное) излучение; б — комптоновское рассеяние; в — рождение фотонов высоких энергий в процессе ядерного взаимодействия.

протяженными телами, заполненными излучением, веществом и магнитным полем очень больших плотностей. Требуется синтез достижений многих смежных областей физики, прежде всего физики плазмы, и новый подход к решению задач, поставленных астрономией. Физика ворвалась в астрофизику, и, быть может, этот новый

этап следует назвать физической астрономией. Мы далеки от мысли предлагать новую терминологию. Нам хотелось бы лишь подчеркнуть чрезвычайное усложнение методов и объектов исследования и рост относительного вклада многих областей физики (и прежде всего физики высоких энергий) в теоретическую астрофизику.

Иногда, как нам кажется, астрономы и физики относятся к астрофизике как к области науки, в которую можно без существенных модификаций переносить связи, установленные в лабораторных условиях. В действительности же физика нестационарных и взрывных объектов в известном смысле — новая физика, поскольку предмет ее исследования — вещество в экстремальном состоянии.

И, наконец, еще одно замечание. Является ли длительное преобладание оптической астрономии необходимым этапом развития всякой цивилизации или есть случайная привилегия человечества?

С большой степенью вероятности можно сказать, что любая цивилизация должна пройти через этап оптической или сопредельной с ней УФ- или ИК-астрономии. Действительно, жизнь может развиваться лишь вблизи стационарных объектов. Необходимость адаптации требует, чтобы наиболее развитые формы жизни имели органы зрения, чувствительные к оптическому излучению. Следовательно, до изобретения соответствующих приборов цивилизация, вероятно, должна проходить этап оптической астрономии. Поэтому радио-, рентгеновская и гамма-астрономия и астрофизика высоких энергий — атрибуты достаточно высокоразвитой цивилизации.

## Регистрация жесткого излучения

Связь астрономии с физикой высоких энергий проявляется в технических аспектах, особенно в рентгеновской и гамма-астрономии. Это легко понять, поскольку основная задача наблюдательной рентгеновской и гамма-астрономии — регистрация и анализ потоков жесткого электромагнитного излучения от космических объек-

тов — имеет много общего с задачами экспериментальной ядерной физики и физики элементарных частиц.

Развитие астрономии высоких энергий в последние годы в значительной степени основано на двух важных обстоятельствах: на возможности выведения наблюдательных приборов за пределы земной атмосферы, поглощающей рентгеновское и гамма-излучения, и на использовании преимуществ высокоразвитого ядерного приборостроения. Сейчас для астрономических наблюдений широко используются искусственные спутники Земли, способные обеспечить долговременные наблюдения вне земной атмосферы, ракеты, с помощью которых можно проводить кратковременные наблюдения с относительно малыми затратами на разработку и проведение эксперимента, и высотные аэростаты, предназначенные для выполнения экспериментов по регистрации излучения высоких энергий, сравнительно слабо поглощающегося в верхних слоях земной атмосферы.

Быстрое развитие астрономии высоких энергий в значительной степени связано и с возможностью использования детекторов фотонов больших энергий. Технология изготовления таких детекторов достигла высокой степени совершенства; в настоящее время в астрономии высоких энергий применяются многие типы детекторов фотонов, используемых в ядерной физике.

Фотоны высоких энергий непосредственно не регистрируются. Они могут быть обнаружены по взаимодействиям вторичных заряженных частиц, возникающих при столкновении фотонов с частицами среды. При небольших энергиях фотонов, меньших десятков килоэлектронвольт, основным процессом взаимодействия будет фотоэффект — выбивание атомных электронов с поглощением фотона. В области средних энергий (от десятков килоэлектронвольт до нескольких мегаэлектронвольт) доминирует комптон-эффект — рассеяние фотонов на атомных электронах. В результате комптон-эффекта появляются электроны отдачи, которые и регистрируются приборами. И, наконец, в диапазоне больших энергий происходит поглощение фотонов с образо-

ванием электрон-позитронных пар. Все процессы взаимодействия сопровождаются образованием быстрых электронов (или позитронов). Эти частицы тормозятся в веществе детектора, и возникают пары ионов и кванты света. Регистрируя эти световые и электрические сигналы, мы можем получить сведения о фотонах высоких энергий, проходящих через плоскость детектора.

Потоки космического электромагнитного излучения высоких энергий сравнительно малы. Так, например, поток фотонов от наиболее мощных рентгеновских источников не превышает нескольких десятков частиц на  $1 \text{ см}^2$  в 1 сек.; в диапазоне гамма-лучей с энергиями более 100 Мэв потоки в миллионы раз меньше, в то время как поток фотонов от звезд, видимых невооруженным глазом, составляет  $10^8 \div 10^7$  фотонов/ $\text{см}^2 \cdot \text{сек}$ . Кроме того, астрономические наблюдения в рентгеновском и гамма-диапазонах должны проводиться в космических условиях, где существуют сильные потоки заряженных частиц. Это затрудняет наблюдения и влияет на характеристики рентгеновских и гамма-телескопов.

В диапазоне мягкого рентгеновского излучения в качестве детектора наиболее пригоден счетчик фотонов с газовым усилением. Этот прибор, грубо говоря, представляет собой резервуар с газом, внутри которого натянута нить, находящаяся под высоким напряжением. Электроны, высвобождаемые при поглощении фотона в газе детектора, движутся к нити и в области сильного поля вблизи нити образуют электронные лавины. Это позволяет получить от каждого зарегистрированного фотона импульс, величина которого достаточна для последующей обработки в электронной аппаратуре.

Современные рентгеновские телескопы — большие пропорциональные счетчики, площадь которых достигает нескольких тысяч квадратных сантиметров; они снабжены щелевыми коллиматорами, позволяющими выделить исследуемую область небесной сферы. В них также входит блок электроники, с помощью которого изучаются и анализируются принимаемые сигналы, и телеметрическое уст-

ройство для передачи полученных результатов на Землю. Десятки подобных приборов использовались в ракетных экспериментах, а некоторые были установлены на искусственных спутниках Земли и других космических аппаратах (на советских ИСЗ «Космос-208», «Космос-428», ИСЛ «Луна-12», на «Луноходе-1» и на американских спутниках «Ухуру», «Солрад-10»; «ОСО-7», «Скайлэб»).

Наиболее интересные результаты были получены на спутнике «Ухуру»<sup>1</sup>, специально предназначенном для наблюдений в рентгеновском диапазоне. Этот спутник, выведенный на орбиту вокруг Земли в декабре 1970 г., — первый из серии малых астрономических спутников. Детекторы на «Ухуру» позволяют регистрировать рентгеновские фотоны с энергиями от 2 до 10 кэв; они могут обнаружить рентгеновские звезды, в десятки тысяч раз слабее видимых невооруженным глазом (правда, в другом диапазоне длин волн).

Второй спутник из этой серии, «САС-2», предназначенный для гамма-астрономических наблюдений, запущен в ноябре 1972 г. (рис. 3).

## Достижения рентгеновской и гамма-астрономии

Результаты, полученные из ИСЗ «Ухуру», исключительно важны и интересны. В частности, во время наблюдений были обнаружены рентгеновские источники, входящие в состав двойных звездных систем. В оптическом диапазоне двойные звездные системы выявляются по периодическим затмениям одного из компонентов системы другим, по колебаниям положения линий в спектре, обусловленным орбитальным движением звезд, и по прямым визуальным наблюдениям. В современных рентгеновских наблюдениях два последних способа неосуществимы, однако в них возможен новый метод поиска двойных систем — по изменению периода

<sup>1</sup> «Ухуру» на языке суахили означает «свобода». Этот спутник был запущен с полигона Сан-Марко вблизи берегов Кении в годовщину ее независимости. См.: Б. В. Комберг. Рентгеновские пульсары в двойных системах. — «Природа», 1973, № 8.

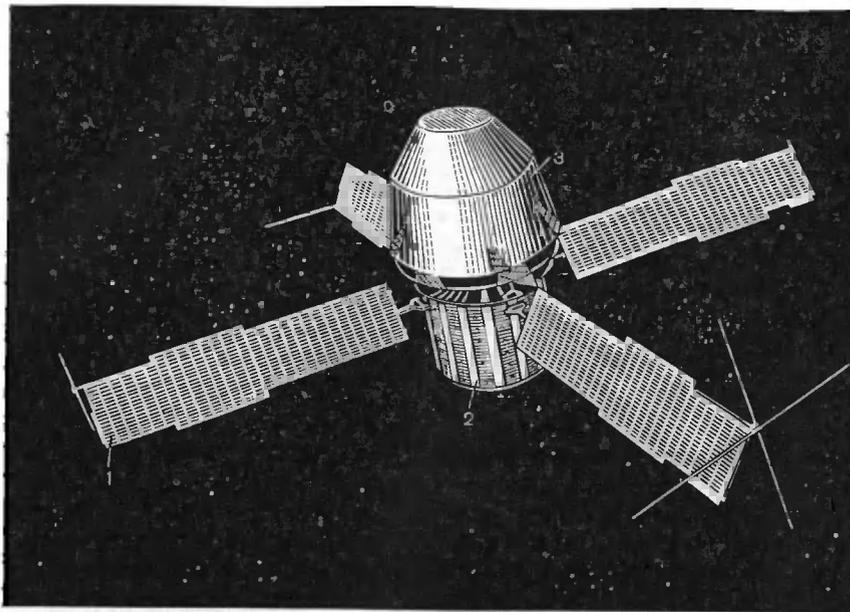


Рис. 3. Гамма-спутник «САС-2»: 1 — солнечные батареи; 2 — система ориентации и телеметрии; 3 — искровая камера с защитным кожухом.

рентгеновских пульсаций, обусловленному движением компонентов двойной системы. Этим способом были обнаружены два рентгеновских пульсара, входящих в состав двойных звездных систем, — Центавр X-3 и Геркулес X-1.

Большинство гипотез о рентгеновских источниках в составе двойных звездных систем основано на предположении, что один из компонентов очень мал. Из-за малых размеров эти объекты обладают мощным гравитационным полем, втягивающим в себя потоки частиц, исходящих из протяженного компонента. Потоки притягиваются компактным объектом, что приводит к появлению очень горячей плазмы, прогретой до температур в десятки и сотни миллионов градусов. Столь горячая плазма излучает в рентгеновском диапазоне с энергией фотонов в 1—10 кэВ.

Исследование рентгеновских источников в двойных звездных системах считается наиболее перспективным методом обнаружения «черных дыр» (коллапсаров). Теория эволюции звезд предсказывает, что если масса звезды превышает 2—3  $M_{\odot}$ , то на конеч-

ной стадии эволюции звезды нет сил, которые могли бы воспрепятствовать неограниченному сжатию (коллапсу) звезды под действием гравитационных сил. Тогда, в соответствии с общей теорией относительности, из подобного объекта не может выйти никакого сигнала. Однако плазма, втягиваемая в «черную дыру» из газовых потоков, выходящих из протяженного компонента, нагревается до высоких температур и интенсивно излучает в рентгеновском диапазоне. Поэтому наблюдения переменных рентгеновских источников — уникальная возможность обнаружения «черных дыр».

Первостепенное значение имеет исследование переменности рентгеновских источников и определение масс компонентов двойных систем. Оценки масс рентгеновских пульсаров приводят к значению  $\leq 1 M_{\odot}$ , поэтому, скорее всего, пульсары — это нейтронные звезды. Однако оценки массы двойной системы, отождествляемой с флукулирующим источником рентгеновского излучения Лебедь X-1, дают значения, превышающие предельную массу нейтронных звезд, и поэтому этот источник — потенциальный кандидат на роль «черной дыры». Детальное исследование переменности рентгеновских источников должно пролить свет на решение этой проблемы.

Один из характерных объектов исследования астрономии высоких энергий — Крабовидная туманность. Примерно в ее центре находится знаменитый пульсар NP 0532 с периодом пульсаций 0,033 сек., возникший вследствие взрыва Сверхновой в 1054 г. Объект NP 0532, по-видимому, наиболее интересен; его излучение исследовалось в весьма широком интервале энергий (см. рис. 1). На этом же рисунке представлен спектр излучения Крабовидной туманности. Особенностью обоих спектров является отсутствие максимумов, свидетельствующее о нетепловом происхождении излучения, что характерно для нестационарных объектов. Действительно, по оценкам, время, в течение которого интенсивность пульсара уменьшится вдвое, равно 1000 лет. Сама Крабовидная туманность все время увеличивается в размерах, а ее суммарная интенсивность уменьшается.

Все эти явления обычно объясняются следующим образом: сам пульсар NP 0532 представляет собой сверхплотную нейтронную звезду (плотность  $10^{14} \div 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ) с очень большим магнитным полем, величина которого на поверхности пульсара равна  $10^{10} \div 10^{12}$  э. Вблизи поверхности пульсара возникают мощные потоки релятивистских электронов, часть которых, проходя через магнитное поле, теряет некоторую долю своей энергии на синхротронное излучение. Этим процессом и обусловлен спектр излучения пульсара. Оставшиеся релятивистские электроны проникают в Крабовидную туманность, окружающую пульсар NP 0532, и взаимодействуют с ее магнитным полем. Электроны, возникшие в пульсаре, блуждая в магнитном поле туманности, растрачивают свою энергию на синхротронное излучение, формирующее спектр туманности.

Большой интерес вызвали наблюдения рентгеновского излучения от скоплений галактик. Мощное рентгеновское излучение почти одновременно обнаружили в Научно-исследовательской лаборатории Военно-морских сил США на ракетных телескопах и в группе, обрабатывающей данные с ИСЗ «Ухуру». Оказалось, что ближайшие к нам скопления галактик

в созвездиях Девы, Волос Вероники и Персея излучают в рентгеновском диапазоне ( $10^{44} \div 10^{45}$  эрг/сек). Если бы рентгеновское излучение скоплений создавалось в нормальных галактиках, светимость которых сравнима со светимостью нашей Галактики ( $10^{39}$  эрг/сек), то суммарная светимость скоплений равнялась бы  $10^{42} \div 10^{43}$  эрг/сек. Следовательно, в центре скоплений должен действовать мощный источник рентгеновского излучения. Наблюдения позволили определить размеры источников в скоплениях. Они оказались довольно большими, до 1 Мпс в диаметре, что в несколько раз меньше размеров скопления в целом.

Природа мощного рентгеновского излучения скоплений до сих пор окончательно не установлена. Многочисленные теоретические модели связывают рентгеновское излучение скоплений либо с излучением очень горячего метagalacticкого газа, температура которого достигает нескольких десятков миллионов градусов, либо с излучением релятивистских электронов, выбрасываемых из активных галактик и взаимодействующих с фоновым реликтовым излучением в межгалактическом пространстве.

Большинство астрофизиков в настоящее время склоняется к тому, чтобы источником энергии, необходимой для генерации рентгеновского излучения, считать активные галактики. Это мнение подкрепляется тем обстоятельством, что в центральных областях рентгеновских источников в скоплениях были обнаружены галактики, находящиеся на высокой стадии активности.

Наблюдения интенсивного рентгеновского излучения от скоплений галактик может способствовать объяснению весьма интересного и загадочного явления — фонового рентгеновского излучения. Из изотропии фонового рентгеновского излучения следует, что оно не может быть связано с солнечным или галактическим излучением (Галактика — существенно анизотропный объект!). Поэтому фоновое излучение обычно объясняют суммарным излучением всех объектов, расположенных во Вселенной. Однако подсчет суммарного

рентгеновского излучения нормальных галактик и радиогалактик приводит к результату, на 1—2 порядка меньшему наблюдаемого. Вероятно, рентгеновское излучение скоплений галактик вносит существенный вклад в фоновое рентгеновское излучение Вселенной.

Гамма-астрономия, в отличие от рентгеновской, находится сейчас на начальной стадии развития. Тем не менее и здесь, несмотря на значительные технические трудности и малую интенсивность космических гамма-лучей, были получены интересные результаты. Можно отметить открытие в 1968 г. на ИСЗ «ОСО-3» диффузного гамма-излучения Галактики, которое, по-видимому, обусловлено взаимодействием космических лучей с межзвездным газом. Это открытие было сделано с помощью так называемого «слепого» телескопа, не позволяющего определить направления прихода гамма-квантов.

Дальнейшее развитие гамма-астрономии существенно связано с внедрением искровых камер — приборов, позволяющих определять направления распространения гамма-квантов. Искры между электродами в такой камере создаются вдоль следов, оставленных заряженными частицами, возникшими при взаимодействии фотонов с материалом камеры. С помощью искровых камер, установленных на ИСЗ «Космос-251» и «Космос-264», группа Московского инженерно-физического института обнаружила мощный источник жесткого гамма-излучения в созвездии Тельца. Не исключено, что этот источник связан с активной галактикой 3С 120, в которой регулярно происходят мощные взрывы.

В конце 1972 г. на экваториальную околоземную орбиту был выведен ИСЗ «САС-2», впервые полностью выделенный для наблюдений в гамма-диапазоне. Результаты наблюдений на этом спутнике пока еще не обработаны до конца, однако на XIII международной конференции по космическим лучам в Денвере (США) в сентябре 1973 г. были опубликованы предварительные результаты анализа данных. Эти сообщения подтвердили существование диффузного гамма-излучения Галактики и позволили уточ-

нить его свойства. Однако столь ярких результатов, какие были получены на ИСЗ «Ухуру», на гамма-спутнике получить пока не удалось.

Тем не менее и гамма-астрономия смогла внести свой вклад в летопись наиболее интересных достижений последних лет. В 1973 г. было опубликовано сообщение сотрудников Лос-Аламосской научно-исследовательской лаборатории об открытии мощных всплесков гамма-излучения с энергией порядка 1 Мэв. Максимальная интенсивность всплесков зарегистрированного гамма-излучения достигала  $4 \cdot 10^{-4}$  эрг/см<sup>2</sup> сек, что превышает интенсивность излучения самых ярких звезд и планет в оптическом диапазоне. Природа этих всплесков пока остается неясной. Высказывались гипотезы о возможной связи всплесков со вспышками красных карликов, аккрецией комет на нейтронные звезды, взрывами Сверхновых звезд в ближайших галактиках и с коллапсом ядер сейфертовских галактик.

\*

Астрономия высоких энергий — это наиболее новая область астрономии. Однако уже сейчас ясно, что самые интересные и принципиальные вопросы происхождения и эволюции взрывных объектов, к которым следует отнести и Вселенную в целом, связаны именно с астрономией высоких энергий. Несомненно, взаимообогащение физики высоких энергий и астрономии приведет к значительному развитию наших представлений о Вселенной.

Перспективы астрономии высоких энергий уместно связать со словами Анри Пуанкаре, сказанными им в 1903 г.: «Астрономия полезна, поскольку она может возвысить нас над самими собой; она полезна, потому что она величественна... она показывает, как ничтожно человеческое тело и как велик его разум».

УДК 523:523.842

# НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ

**Ф. В. Каминский**

Кандидат геолого-минералогических наук

**Б. И. Прокопчук**

Кандидат географических наук



*Феликс Витольдович Каминский, старший научный сотрудник Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов Министерства геологии СССР. Более 10 лет занимается поисками и изучением коренных месторождений алмазов в Сибири и на Русской платформе. Автор многих научных работ по геологии алмазных месторождений.*



*Богдан Иванович Прокопчук, заведующий сектором того же института, работает в области поисков и оценки россыпных месторождений алмазов. Первооткрыватель Приленского алмазоносного района, автор большого числа научных работ по россыпям, в том числе монографий: Алмазы Приленской области. М., «Наука», 1968; Алмазные россыпи Западной Якутии. М., «Наука», 1967, и др.*

В течение ста лет единственным типом коренных источников алмазов считались кимберлиты. Эта точка зрения настолько привычна, что понятия «кимберлиты» и «алмазы» для большинства геологов, а тем более для неспециалистов, почти неразделимы. Достаточно ли оснований для такого мнения? Верно ли ограничивать поис-

ки коренных источников алмазов только древними платформами, в пределах которых развиты кимберлитовые породы? В последние годы появляются новые данные о том, что алмазы могут быть найдены в эфлгитах, в перидотитах, в базальтах. А это открывает новые возможности для поисков.

Напомним, что известны находки алмазов не только на платформах, но и в горных областях: на Урале, в Аппалачах, на о. Калимантан и других районах. В ряде мест концентрации и запасы алмазов в россыпях горных рек достаточны для их разработки. Многие годы ведется добыча уральских алмазов. В США, на склонах Сьерра-Невады, Каскадных гор и Аппалачей из золотых россыпей ежегодно попутно добываются алмазы на сумму 2,5 млн долл.

Интересно, что обычно в горах алмазы, в отличие от «платформенных» алмазов, имеют округлый внешний вид и сопровождаются иными, чем в кимберлитах, минералами-спутниками — золотом, платиной, хрсмитом и др. Такие факты дали основание ряду геологов, в том числе советскому исследователю алмазов А. А. Кухаренко, считать, что кимберлиты — коренные источники алмазов только на платформах. В горных же областях источниками алмазов являются интрузии<sup>1</sup> полнокристаллических ультраосновных пород — перидотитов.

Этот вопрос имеет, помимо теоретического, большое практическое значение. Недавно французский геолог М. Бардэ произвел подсчеты, согласно которым при современных темпах добычи запасов алмазов на нашей планете может хватить лишь на первые десятки лет. Искусственные алмазы в значительной степени помогают исправить положение, но пока еще по качеству они уступают естественным

<sup>1</sup> Магматические тела, образовавшиеся при застывании магмы на глубине в земной коре. Образующиеся при этом породы называют интрузивными.

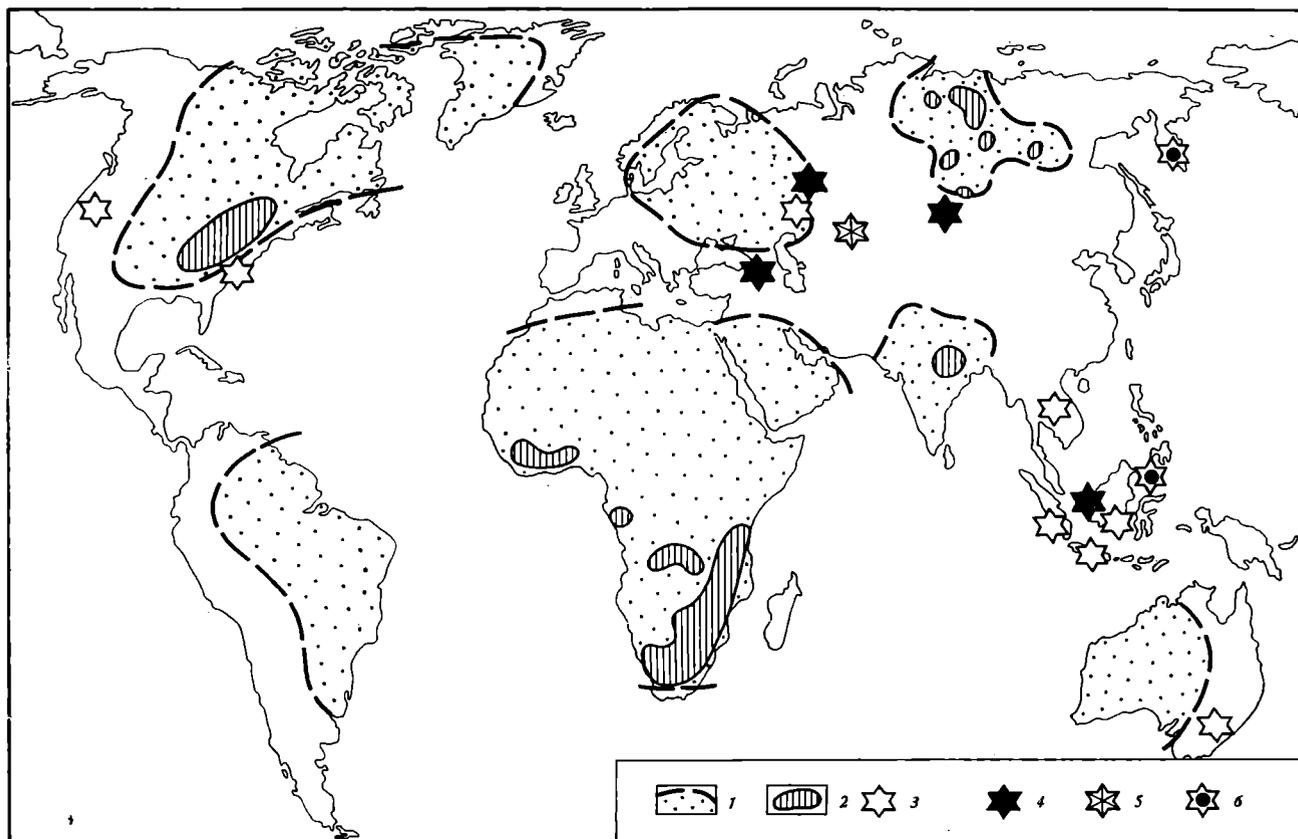


Схема размещения алмазоносных провинций и находок алмазов. 1 — контуры главных древних платформ, 2 — кимберлитовые провинции, 3 — находки алмазов в россылях орогенных зон, 4 — находки алмазов в перидотитах, 5 — находки алмазов в эклогитах, 6 — находки алмазов в базальтовых лавах.

кристаллам и значительно дороже их. К тому же следует учесть, что алмазы из горных областей обычно более высокосорты.

Итак, перед наукой об алмазах стоит важная проблема: существуют ли в природе коренные источники алмазов некимберлитового типа? Если да, то могут ли они иметь практическое значение? Как они образовались? Обратимся к фактам.

### Бразильские алмазоносные «филлиты»

В Бразилии, в области Диамантина (штат Минас-Жераис) много лет известны алмазоносные жилы. В отличие от кимберлитов, они лишены граната-пирропа, оливина, ильменита и почти целиком состоят из слюдяного минерала серицита. Эти породы были названы «филлитами». Они настолько сильно изменены, что реконструировать их первичный состав практически невозможно. Одни геологи считают их

измененными кимберлитами, другие относят к осадочным образованиям. С первой точки зрения трудно согласиться, поскольку такие минералы, как пироп и ильменит, даже при полном вторичном изменении пород всегда сохраняются. Мнение об осадочной природе «филлитов» также малоосновательно. Скорее всего, бразильские «филлиты» первично были интрузивной породой, отличавшейся по составу от кимберлитов, и тем не менее в них есть алмазы.

### Алмазы в эклогитах

Эклогиты — весьма интересные породы, состоящие из граната и пироксена. Они образуются при высоких температуре и давлении (свыше  $1000^{\circ}\text{C}$  и 10 тыс. атм) на больших глубинах. Эклогиты встречаются в двух видах: как включения в кимберлитовых трубках или среди выходящих на земную поверхность сильно изменен-

ных (метаморфизированных) горных пород.

Еще в 1899 г. в одной из африканских трубок был найден обломок эклогита, содержащий 10 кристаллов алмаза. На этом основании южноафриканским геологом Т. Боннеем была выдвинута гипотеза, что все алмазы в кимберлитовых трубках первоначально кристаллизовались в эклогитах. В дальнейшем при взрывном процессе формирования трубки эклогиты дробились и алмазы поступали в кимберлитовый материал. Эта гипотеза была в дальнейшем отвергнута достаточно вескими доводами и наблюдениями. Однако возможность присутствия алмазов в эклогитах из кимберлитовых трубок не вызывает сомнений, поскольку около 20 таких образцов было в дальнейшем найдено в Якутии, в трубке Мир, а недавно — и в трубке Удачная.

Вопрос в другом: могут ли эти находки иметь практическое значение и быть источником добываемых алмазов? Ответ здесь можно дать только отрицательный, поскольку, во-первых, алмазоносные эклогиты чрезвычайно редки и, во-вторых, они не имеют самостоятельного значения, а заключены в алмазоносных кимберлитовых трубках.

В некоторых районах Советского Союза были взяты пробы на алмазы из эклогитов, слагающих обширные выходы среди метаморфических толщ. В результате в 1968 г. казахстанский геолог А. А. Заячковский обнаружил в этих породах на южном берегу оз. Кундыкуль кристалл алмаза весом 4,7 мг. В последнее время им же было найдено в эклогитах еще несколько мелких алмазов.

В этом плане интересными оказались результаты недавних исследований Н. В. Соболева и М. А. Гневушева с сотрудниками. При помощи рентгеновского микрозонда, позволяющего анализировать мельчайшие зерна минералов, они изучили состав включений в уральских округлых алмазах. Оказалось, что в двух кристаллах алмаза содержатся совместно зерна эклогитовых минералов — моноклинного пироксена (омфацита) и бледно-оранжевого граната. По их составу (воспользовавшись методом, предложенным Л. Л. Перчуком) рассчитаны

Таблица

Химический состав (в %) минералов из кристалла уральского алмаза (по Н. В. Соболеву и др., 1971)

Компоненты	Гранат	Пироксен
SiO <sub>2</sub>	39,9	55,0
TiO <sub>2</sub>	1,18	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,7	5,78
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,06
FeO	15,2	5,88
MnO	0,21	0,02
MgO	11,7	12,3
CaO	11,1	16,6
Na <sub>2</sub> O	0,17	3,93
K <sub>2</sub> O	0,00	0,10
сумма	100,31	99,93

условия, при которых происходило образование этих минералов. Оказалось, что (при  $K_{Mg} = 0,38$  и  $K_{Ca} = 0,35$ ) давление и температура кристаллизации граната и моноклинного пироксена в данном случае были равны соответственно 16 тыс. атм и 1050° С. Поскольку в дальнейшем минералы были захвачены при росте алмаза, то эти параметры характеризуют и условия образования алмаза, что ставит перед исследователями новую загадку: как мог образоваться алмаз при давлении 16 тыс. атм, если известно, что при его искусственном синтезе необходимо давление не менее 40 тыс. атм?

## Проблема перидотитов

Перидотиты — это ультраосновные породы, состоящие главным образом из оливина. Алмазоносные перидотиты до сих пор были найдены лишь среди включений в кимберлитовых трубках. Два таких обломка были впервые обнаружены геологом Б. С. Наем в якутской трубке Айхал и детально изучены В. С. Соболевым с сотрудниками. Оказалось, что по составу минералов исследованные образцы отличаются от обычных гранатовых перидотитов, встречающихся в кимберлитовых трубках. Скорее всего, это ксенолиты, захваченные кимберлитовой магмой вблизи магматического очага.

Вторая находка была недавно сде-

лана известным исследователем якутских кимберлитов И. П. Илупиным в куске керна скважины (с глубины 420 м) из кимберлитовой трубки Удачная-Восточная. В монокристалле оливина им было обнаружено два кристалла алмаза размером 2,2 × 1,5 мм и меньше и зерно пирропа размером 2,3 × 1,8 мм. Таким образом, и эта находка оказалась ксенолитом алмазоносного гранатового перидотита.

Однако находки алмазов в перидотитах из кимберлитовых трубок имеют столь же малое практическое значение, как и в эклогитах. Несравненно более важным явилось бы обнаружение алмазов в самостоятельных перидотитовых массивах, которые часто встречаются в горных областях, имеют крупные размеры, и потому могли бы стать ценным объектом для разработок даже при сравнительно небольших содержаниях алмазов. И указания на находки алмазов в таких массивах имеются.

Первые сведения об алмазах в массивах перидотитов оказались, правда, ошибочными. Это было в начале нашего века в Британской Колумбии (Канада). Там в бассейне р. Туламин в довольно крупном массиве (1,6 × 4,8 км) измененных перидотитов среди хромитов было обнаружено большое количество мелких (до 0,3 мм) кристаллов, принятых за алмазы. Но ревизионное опробование показало, что за алмаз ошибочно принимался минерал периклаз, образовавшийся при термической обработке проб.

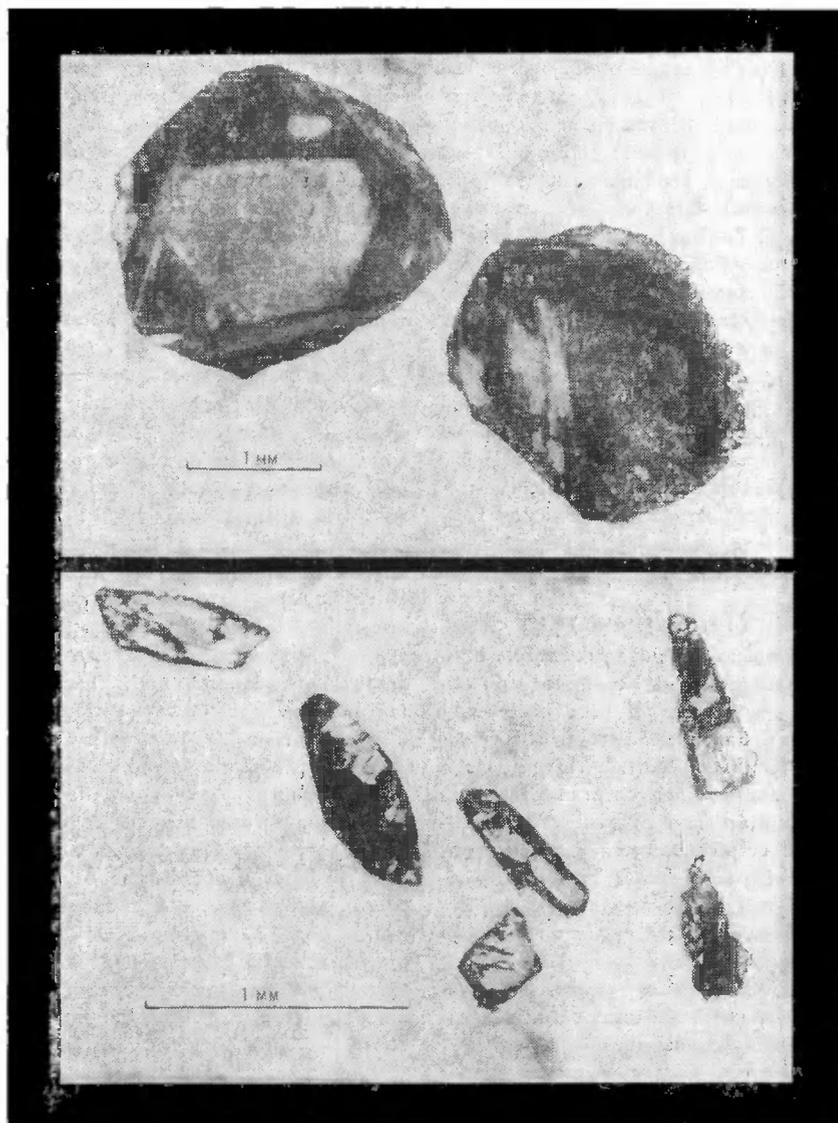
Аналогичная история произошла в 30-х годах в Восточном Саяне. Здесь, в Китайских Альпах в 1934 г. были обнаружены маломощные (10—15 см, иногда до 10 м) жилы, сложенные брекчированными перидотитами со значительным содержанием аморфного углерода. В 1935—1937 гг. м. ф. Шестопалов нашел в жилах мелкие (десять доли миллиметра) кристаллы алмаза. На основании этих находок В. С. Трофимовым был даже выделен особый «канадский» тип местоорождений алмаза. Однако в дальнейшем Н. П. Михайлов и Е. Д. Полякова показали, что в Саянах за алмаз принимались похожие на него по ряду свойств (в первую очередь, по очень

*Первые армянские алмазы из ультраосновной породы. Кристаллы имеют октаэдрический габитус, характерный для богатых алмазами кимберлитовых трубок Сибири и Африки. Пригупленность вершин напоминает шлифовку алмазов, приготовленных для стеклорезов.*

*Фото Р. Г. Геворкяна.*

*Первые камчатские алмазы из четвертичных базальтовых лав вулкана Ича. Для кристаллов характерен необычный удлинённый и уплощённый облик.*

*Фото Ф. Ш. Кутыева.*



высокой твердости) карбиды, получившиеся в процессе плавления материала проб при подготовке их для химического разложения.

Как видно, стремление найти алмазы в крупных телах интрузивных пород (в чем и заключалось бы преимущество перидотитовых массивов перед кимберлитовыми трубками, диаметр которых редко достигает 1 км) дважды приводило к принятию желаемого за действительное. Однако вынесенный приговор перидотитам нельзя считать окончательным. Если для канадских находок даже описание кристаллов первоисследователем

было весьма нетипично для алмаза (наличие «многочисленных жидких и газообразных включений, из-за чего кристаллы быстро распадались»), то данная М. Ф. Шестопаповым в 1938 г. характеристика саянских алмазов включает ряд специфических для этого минерала свойств. Таковы, например, их изотропность, величина показателя преломления (2,36—2,39), сгсрание в струе кислорода при температуре 700—800°С без твердого остатка и, наконец, повышенная твердость не только по сравнению с корундом, но и с карборундом (муассанитом), имеющим твердость 9,5.

Поэтому исследование возможной алмазности ультраосновных массивов продолжалось. Несколько лет назад в пробах, отобранных Н. М. Успенским из перидотитов Каменушенского массива на Урале, минералогом П. Г. Гусевой было обнаружено несколько мелких зерен алмаза. Диагностика этих кристаллов была подтверждена минералогом А. А. Кухаренко.

Еще более интересны данные полученные недавно в Армении. Летом 1970 г. студент МГУ В. С. Шмаков, путешествуя по Кавказу, подобрал на северном склоне Пушкинского пере-

вала (верховья р. Дзорает) кусок ультраосновной породы. Пришлифовывая этот кусок, он обнаружил в нем два зерна минерала, не поддающегося шлифовке. Их извлекли и определили как алмазы весом 10,5 и 11 мг. На основании этой находки в 1971 г. армянскими геологами под руководством Р. Г. Геворкяна были начаты поисковые работы. Уже первые пробы небольшого объема принесли находки в аллювиальных отложениях р. Дзорает еще около 20 кристаллов алмаза размером до 0,2 мм. Вместе с алмазами здесь обнаружены минералы, часто сопутствующие им, — хромдиопсид и муассанит.

Таким образом, исследования последних лет возродили надежды геологов на то, что в перидотитах можно найти алмазы.

## Алмазы на Камчатке

Несколько лет назад геологом В. А. Селиверстовым на Камчатке были обнаружены ранее не известные там породы, близкие по составу к кимберлитам (меймечиты). После этого исследователи полуострова стали более внимательно относиться к минералам, встречающимся в горных породах. В результате в 1971 г. сотрудник Института вулканологии Ф. Ш. Кутыев в небольшом куске оливиновых базальтов вулкана Ича (Срединный хребет) обнаружил несколько мелких «подозрительных» кристаллов. Они были детально изучены, и с помощью рентгеноструктурного анализа удалось доказать, что это алмазы.

В камчатской находке еще много неясного. С одной стороны, эти же базальты содержат постоянный спутник алмаза в кимберлитовых трубках — гранат-пироп. С другой стороны, сами алмазы здесь несколько необычны: они имеют удлинненную форму, уплощены, в одном из них видно газово-жидкое включение овальной формы. Некоторые кристаллы находятся в сростках с плагноклазом. Поэтому еще предстоит детальное исследование, прежде чем мы сможем говорить об алмазоносности Камчатки.

## Некоторые перспективы

Зачастую геологи сталкиваются с рядом вопросов, объяснить которые

современная наука до конца не может. Во многом это относится и к проблеме алмазов. Достоверность находок алмазов в эклогитах, перидотитах, базальтах сейчас не вызывает сомнений. Но как могли образоваться алмазы в этих породах? Ведь кристаллизация минералов в них происходила при давлениях не больше 5—10 тыс. атм, тогда как для образования алмазов, судя по экспериментальным данным, требуется не менее 40 тыс. атм.

Может быть, правы ученые, которые, несмотря на результаты экспериментов, полагают, что кристаллизация алмазов могла протекать и без участия сверхвысоких давлений? Однако, по мнению большинства геологов, такой процесс в природе маловероятен. Возможно, что для эклогитов решающую роль играет фактор времени, который приводит к структурной перестройке углерода в метастабильной для алмаза области. Такое явление для графита установлено в ряде районов СССР и за рубежом.

Конечно, мы не исчерпали всего обилия фактов, полученных наукой в последнее время. Мы не затронули таких вопросов, как находки алмазов в метеоритах и возможная роль метеоритных алмазов в образовании россыпей, закономерности пространственного размещения алмазопоявлений на Земле, первоисточники мелких алмазов платформ и др. Авторы хотели обратить внимание читателей лишь на наиболее интересные новые данные и попытаться, хотя бы предположительно, ответить на основной вопрос: существуют ли в природе иные, чем кимберлиты, первоисточники алмазов?

Мы полагаем, что многочисленные находки последних лет алмазов в эклогитах, перидотитах, базальтах позволят дать утвердительный ответ. Подтверждением этому служит весьма специфический характер самих алмазов в горных областях, а также их промышленная ценность.

Итак, с нашей точки зрения, наиболее перспективными могут быть перидотитовые массивы в орогенных областях, которые благодаря своим большим размерам смогут рентабельно разрабатываться на алмазы даже при небольших содержаниях этого

минерала. Находки алмазов в перидотитах объясняют присутствие этого минерала в россыпях горных областей.

Что же касается практического значения алмазов в кимберлитовых породах, то этот вопрос пока остается открытым.

УДК 553.81

## Рекомендуемая литература

**Б. А. Блюман, Ю. С. Дьяконов, Т. Н. Красавина.** ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ГРАФИТА ПРИ ПРОГРЕССИВНОМ РЕГИОНАЛЬНОМ МЕТАМОРФИЗМЕ.— ДАН СССР, т. 206, 1972, № 5.

**А. А. Кухаренко.** АЛМАЗЫ УРАЛА. Л., Госгеолтехиздат, 1955.

**Н. П. Михайлов, Е. Д. Полякова.** ОБ ОДНОМ ОШИБОЧНО ВЫДЕЛЕННОМ ТИПЕ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА.— «Советская геология», 1959, № 6.

**В. К. Ротман, Б. А. Марковский.** НОВАЯ УЛЬТРАОСНОВНАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ НА КАМЧАТКЕ.— «Природа», 1971, № 10.

**В. С. Соболев, Б. С. Най и др.** КСЕНОЛИТЫ АЛМАЗОНОСНЫХ ПИРОПОВЫХ СЕРПЕНТИНИТОВ ИЗ ТРУБКИ «АЙХАЛ».— ДАН СССР, т. 188, 1969, № 5.

**Н. В. Соболев, М. А. Гневушев и др.** СОСТАВ ВКЛЮЧЕНИЙ ГРАНАТОВ И ПИРОКСЕНОВ В УРАЛЬСКИХ АЛМАЗАХ.— ДАН СССР, т. 198, 1971, № 1.

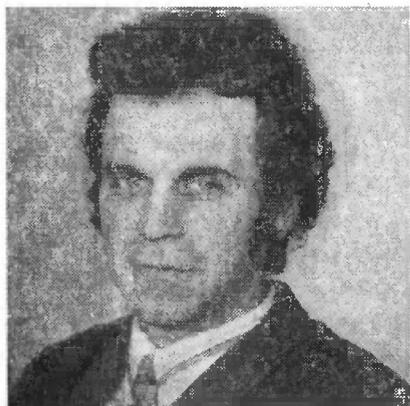
**Н. В. Соболев, И. К. Кузнецова.** МИНЕРАЛОГИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ ЭКЛОГИТОВ.— ДАН СССР, т. 167, 1966, № 6.

**В. С. Трофимов.** КОРЕННЫЕ АЛМАЗОНОСНЫЕ ПОРОДЫ, ИНЫЕ, ЧЕМ КИМБЕРЛИТЫ.— «Советская геология», 1939, № 4—5.

**В. С. Трофимов.** ПРИРОДНЫЕ АЛМАЗЫ.— «Природа», 1972, № 3.

# Память на магнитных пузырьках

Ф. В. Лисовский  
Кандидат физико-математических наук



Федор<sup>1</sup> Викторович Лисовский, старший научный сотрудник Института радиотехники и электроники АН СССР. Занимается вопросами физики магнитных явлений. Автор обзора: Цилиндрические магнитные домены в магнитоодноосных материалах. — «Микроэлектроника», т. 1, 1972, № 1, 2, стр. 26—45, 99—119.

Открытия в нашей стране стали официально регистрироваться сравнительно недавно, но уже сейчас их число перевалило за сотню. Что же касается изобретений, их зарегистрировано несколько сот тысяч. Приходится быть чрезвычайно осторожным при оценке экономического эффекта, который может дать промышленное внедрение изобретения или открытия. В мире идей идет жесточайшая конкуренция за право воплощения в жизнь. И не часто появляются идеи, которые сразу завладевают умами не только ученых, но и инженеров-практиков.

К числу наиболее удачных идей последнего десятилетия по праву можно отнести предложение об использовании подвижных изолированных доменов в одноосных магнитных материалах для создания устройств обработки и хранения информации в вычислительных машинах. При наблюдении в поляризованном свете под микроскопом такие домены, особенно в движении, напоминают воздушные пузырьки в стеклянной трубочке, заполненной жидкостью (вспомним известный всем плотницкий уровень). Поэтому в специальной литературе, особенно зарубежной, их называют магнитными пузырьками. В отечественной литературе одинаково часто употребляется термин «цилиндрические магнитные домены» (ЦМД).

Датой рождения магнитных пузырьков, вероятно, следует считать октябрь 1967 г., когда в техническом журнале фирмы «Белл Телефон Лаборатори» появилась статья американского физика Э. Бобека<sup>1</sup>, в кото-

рой он впервые обратил внимание на заманчивые перспективы использования магнитных пузырьков в вычислительной технике<sup>1</sup>. За этим последовала лавина теоретических и экспериментальных исследований магнитных пузырьков, и довольно быстро был достигнут значительный прогресс не только в понимании физики процессов, но и в создании работающих устройств для вычислительной техники.

Широкое использование устройств с магнитными пузырьками обусловлено в основном их малой стоимостью, высокой надежностью и большой функциональной гибкостью. В настоящее время магнитные пузырьки считаются одним из наиболее перспективных технических средств для решения ряда задач вычислительной техники.

## Свойства магнитных пузырьков

Магнитные пузырьки представляют собой один из возможных типов доменных структур, существующих в сильномагнитных веществах, к которым принадлежат ферро-, ферри- и антиферромагнетики. Коренное отличие этих веществ от слабомагнитных (диа- и парамагнетиков) состоит в том, что элементарные магнитные стрелки (атомные магнитные моменты) в них находятся под действием

<sup>1</sup> A. N. Bobeck. — «Bell System Technical Journal», 1967, v. 46, p. 1901.

<sup>1</sup> Справедливости ради следует заметить, что еще в конце 50-х годов магнитные пузырьки наблюдали американские (Р. Шервуд, Дж. Ремейка и Г. Уильямс) и голландские (С. Кюи и В. Энц) ученые, но, как это часто бывает, на их результаты не было обращено должного внимания.

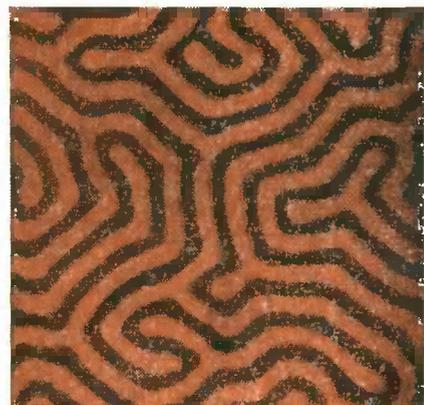
мощных обменных сил, которые заставляют элементарные магнитные стрелки выстраиваться параллельно друг другу. Обменные силы формально можно описать введением фиктивного магнитного поля (молекулярного поля), величина которого определяется обменной постоянной материала  $A$  и по порядку величины обычно составляет несколько миллионов эрстед. Было установлено, что обменное взаимодействие в магнетиках изотропно, поэтому оно только выстраивает элементарные магнитные стрелки параллельно друг другу, но не определяет направления, по которому происходит выстраивание. Эти направления зависят от энергии анизотропии, которая выделяет в магнетике направления (или оси) легкого намагничивания. Число таких осей обусловлено типом магнитного кристалла; если существует всего одна ось легкого намагничивания, то кристалл называют одноосным (магнитоодноосным). Энергию анизотропии также можно описать введением магнитного поля анизотропии. Для одноосных материалов поле анизотропии определяется константой анизотропии  $K$ . К важным характеристикам магнетиков можно отнести и намагниченность насыщения материала  $4\pi M$ , которая равна векторной сумме элементарных магнитных моментов в единице объема.

В отсутствие внешнего магнитного поля ферромагнетики не проявляют своих сильных магнитных свойств. Это явление на первый взгляд несовместимо с существованием гигантского внутреннего молекулярного поля. Дело в том, что любой образец магнетика конечных размеров разбивается на ряд областей (доменов) так, что внутри каждой из них все элементарные магнитные стрелки ориентированы параллельно друг другу. Но направления намагничивания в отдельных доменах различны, поэтому намагничивание образца в целом отсутствует.

Существование доменов в ферромагнитном теле связано с тем, что на границе образца всегда возникают магнитные «заряды». Эти заряды создают внутри тела размагничивающее поле (а вне образца — поле рассеяния), направление которого противо-

*Рис. 1. Лабиринтная доменная структура магнитоодноосных пластин в отсутствие магнитного поля, наблюдаемая под микроскопом в поляризованном свете. Размер доменов около 10 мкм.*

*Фото И. Г. Аваевой.*



*Рис. 2. Стягивание полосок лабиринта в магнитные пузырьки при помещении образца в магнитное поле.*

*Фото И. Г. Аваевой.*



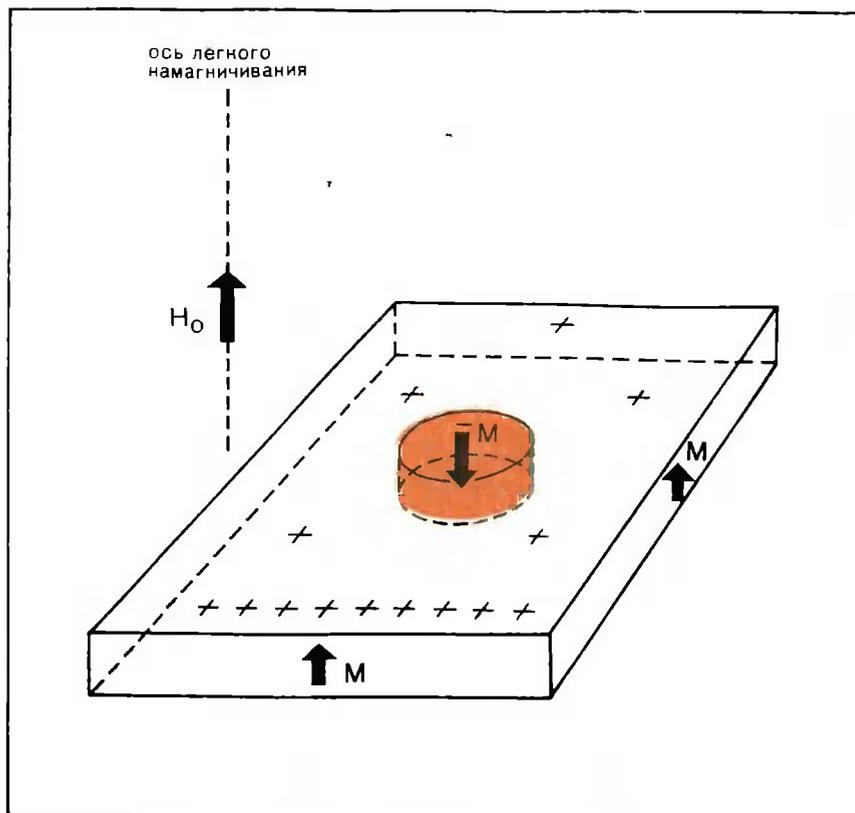
положно направлению вектора намагниченности. Такая взаимная ориентация элементарных магнитных стрелок и размагничивающего поля энергетически невыгодна. При разбиении на домены на поверхности образца будут существовать магнитные заряды разного знака, поэтому создаваемые ими размагничивающие поля компенсируют друг друга внутри образца; одновременно уменьшится энергия полей рассеяния.

Однако дробление образца на домены не может продолжаться до бесконечности. Дело в том, что на образовании каждого домена также расходуется энергия, связанная с существованием переходного слоя между соседними доменами — доменной стенки. Процесс разбиения на домены заканчивается, когда увеличение энергии за счет образования следующего домена превышает уменьшение энергии полей рассеяния и размагничивания. Существование доменной стенки необходимо, поскольку направления намагниченности в соседних

доменах различны. Переход от одного направления намагниченности к другому происходит плавно, а не скачком, так как этому препятствует обменная энергия, стремящаяся удержать элементарные магнетики параллельно. С другой стороны, энергия анизотропии не позволяет доменной стенке быть слишком толстой, иначе большое число элементарных магнетиков внутри переходного слоя было бы ориентировано по направлениям, отличным от осей легкого намагничивания. Конкуренция между обменной энергией и энергией анизотропии приводит к тому, что толщина доменной стенки принимает некоторое равновесное значение, пропорциональное величине  $\sqrt{A/K}$ .

При помещении магнетика в постоянное магнитное поле происходит намагничивание образца. Если поле плавно увеличивать, то прежде всего растут домены, в которых вектор намагниченности ориентирован наиболее выгодно по отношению к приложенному полю. Сначала этот процесс

Рис. 3. Изолированный магнитный пузырь (в центре) в пластине магнитоодноосного материала. Поле подмагничивания  $H_0$  приложено по нормали к пластине вдоль оси легкого намагничивания; вектор намагниченности  $M$  в пузырьке направлен против поля, а во всей пластине — по полю. На верхней поверхности пластины наводятся положительные магнитные «заряды», на верхней половине пузырька — отрицательные, что используется в схемах управления движением магнитных пузырьков.



идет плавно (обратимое смещение доменных границ), затем — скачкообразно (необратимое смещение границ, когда «выгодно» ориентированные домены съедают «невыгодно» ориентированные). В конце концов весь образец становится монодоменным, и при дальнейшем увеличении поля происходит плавное совмещение вектора намагниченности с направлением поля.

Доменная структура в виде устойчивых магнитных пузырьков существует в тонких ( $1 \div 100$  мкм) магнитных пластинках, намагничиваемых перпендикулярно к их плоскости. Материал, из которого изготовлена пластинка, должен обладать одной осью легкого намагничивания, причем пластинка вырезается так, чтобы ось легкого намагничивания была перпендикулярна плоскости пластинки. Поле анизотропии должно в несколько раз превышать намагниченность насыщения материала. В отсутствие внешнего магнитного поля вектор намагниченности параллелен оси легкого на-

магничивания и имеет два устойчивых состояния равновесия — по полю и против него. В отсутствие поля доменная структура таких пластинок имеет неупорядоченный, лабиринтообразный вид (рис. 1). Если пластинку поместить в магнитное поле и постепенно увеличивать его, отдельные полоски лабиринта, не имеющие контакта с периферией пластинки, стягиваются в магнитные пузырьки (рис. 2). При этом вектор намагниченности в пузырьках направлен против поля, в то время как во всей пластине он ориентирован по полю (рис. 3). Своим устойчивым состоянием магнитный пузырек обязан конкуренции трех сил: силы взаимодействия намагниченности с полем подмагничивания; силы, связанной с существованием доменной стенки (аналогичной силе поверхностного натяжения) и силы взаимодействия намагниченности с размагничивающим полем. Первые две силы пытаются сжать магнитный пузырек, в то время как третья сила стремится растянуть его. Магнитный пузырек

образуется из полоски «лабиринта» при некотором магнитном поле  $H_{шт}$ , называемом полем образования. В момент формирования радиус пузырька  $r_0$  имеет максимальную величину; при дальнейшем увеличении поля радиус пузырька уменьшается, а при некотором поле  $H_{к}$  сжимающие силы начинают превышать растягивающие и пузырек раздавливается. Этот процесс, протекающий довольно быстро (за время менее 1 мксек), называется коллапсом пузырька. Радиус пузырька  $r_k$  при этом минимален и называется радиусом коллапса. Реальные размеры магнитных пузырьков, помимо поля подмагничивания, зависят от физических параметров материала (обменной постоянной  $A$ , константы анизотропии  $K$ , намагниченности насыщения  $4\pi M$ ), а также от толщины пластинки  $h$  (рис. 4). В используемых материалах диаметр пузырьков меняется от долей микрона до сотен микрон, а намагниченность насыщения — от десятков до тысяч гаусс; поперечные размеры пластин

не превышают нескольких квадратных сантиметров).

В однородном поле подмагничивания пузырьки неподвижны, для его перемещения необходима пространственная неоднородность поля. Поскольку диаметр пузырька увеличивается при уменьшении магнитного поля, в неоднородном поле пузырьки будут деформироваться и перемещаться в сторону меньших магнитных полей. Скорость движения пузырька линейно зависит от изменения магнитного поля на расстоянии, равном диаметру пузырька, и ограничивается процессами двух типов, которые можно уподобить «вязкому» и «сухому» трению. «Вязкое» трение связано с процессами передачи энергии от движущегося пузырька кристаллической решетке, спиновым волнам и т. д., в то время как «сухое» трение обусловлено своим присоединением взаимодействию пузырька с дефектами. В бездефектных кристаллах скорость движения пузырьков может быть сравнима со скоростью звука в твердых телах ( $\sim 10^5$  см/сек).

Исторически исследование магнитных пузырьков начиналось с ортоферритов (структурная формула  $RFeO_3$ , где  $R$  — редкоземельный металл) и гексаферритов ( $MeFe_{12}O_{19}$ , где  $Me$  — стронций, барий или свинец). Однако скоро выяснилось, что эти материалы не очень подходят для практического применения — первые в связи с тем, что пузырьки в них довольно велики ( $\sim 100$  мкм), а вторые — из-за малой скорости пузырьков ( $\sim 10^2$  см/сек). Наиболее перспективными в настоящее время считаются тонкие пленки редкоземельных ферритов-гранатов довольно сложного состава (например,  $Eu_2Er_1Ca_{0,7}Fe_{4,3}O_{12}$ ;  $Gd_{0,94}Tb_{0,75}Er_{1,31}Al_{0,5}Fe_{4,5}O_{12}$  и др.<sup>1</sup>). Пузырьки в таких пленках имеют размер  $1 \div 10$  мкм и скорость движения  $\sim 10^3 \div 10^4$  см/сек. Кристаллическая

<sup>1</sup> Дробные индексы у химических символов не должны смущать читателя, поскольку указанные соединения представляют собой твердые растворы, которые в широких пределах допускают непрерывное замещение одних ионов другими той же валентности при условии, что их ионные радиусы примерно совпадают.

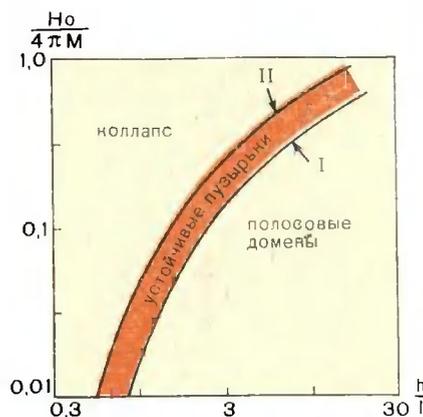


Рис. 4. Диапазон существования пузырьков в полях подмагничивания. По оси ординат отложено отношение поля подмагничивания  $H_0$  к намагниченности насыщения  $4\pi M$ , по оси абсцисс — отношение толщины пластины  $h$  к характеристической длине материала  $l$ . Кривая I соответствует полю образования пузырьков из полосовых доменов, кривая II — полю, при котором происходит коллапс (раздавливание) пузырьков.

решетка объемных монокристаллов ферритов-гранатов — кубическая, поэтому они обладают четырьмя осями легкого намагничивания. Однако тонкие пленки таких кристаллов — магнитоодноосны, и поле анизотропии в них достаточно для существования магнитных пузырьков.

## Магнитные пузырьки в вычислительной технике

Современные цифровые универсальные электронно-вычислительные машины (ЭВМ) состоят из трех основных частей: процессора, запоминающего устройства и устройства управления. Вся необходимая для работы ЭВМ информация — числа, переменные величины, адреса ячеек, коды операции и т. д. — представляется в виде последовательности цифр в двоичной системе счисления (двоичном коде). Для отображения двух цифр двоичного кода (единицы и нуля) применимо любое устройство (элемент), которое может находиться в одном из двух устойчивых состояний. Чтобы отобразить число с требуемой точностью, нужно иметь до-

статочное количество элементов (ячеек). Решение любой задачи в ЭВМ сводится к выполнению арифметических операций над числами, записанными в двоичном коде; эти операции, в свою очередь, эквивалентны простым логическим операциям. Арифметические и логические действия над числами выполняет процессор ЭВМ. Устройство управления предназначено для ввода и вывода данных в ЭВМ, для выбора и исполнения команд, а также для контроля за работой машины.

Наиболее важная часть современных ЭВМ — запоминающие устройства (ЗУ), предназначенные для записи, хранения и выдачи (считывания) информации. К ЗУ в настоящее время предъявляются два, по существу взаимоисключающих, требования — высокое быстродействие и большая емкость. Поэтому обычно запоминающее устройство состоит из двух основных частей — оперативного ЗУ (памяти ЭВМ) и внешнего ЗУ (накопителя). Оперативные ЗУ, которые должны быть чрезвычайно быстродействующими (1 млн операций в секунду и более), выполняются сейчас на интегральных полупроводниковых схемах, ферритовых сердечниках и цилиндрических тонких магнитных пленках. Эти ЗУ довольно дороги. Сравнительно дешевые внешние ЗУ, основное требование к которым — большая емкость (до  $10^8 \div 10^9$  бит<sup>1</sup>), выполняются на магнитных лентах, дисках и барабанах. Такие ЗУ очень громоздки.

Свойства изолированных магнитных пузырьков в тонких пластинках позволяют использовать их в качестве носителей информации в логических и запоминающих устройствах. Единице и нулю можно сопоставить присутствие и отсутствие пузырька в определенной точке пластины (ячейке). Магнитные пузырьки можно визуально наблюдать в поляризованном свете под микроскопом, что позволяет исключительно просто осуществлять настройку и контроль за работой пузырьковых устройств. Возможность визуального наблюдения пузырьков основана на существовании

<sup>1</sup> Бит — единица информации в двоичном коде.

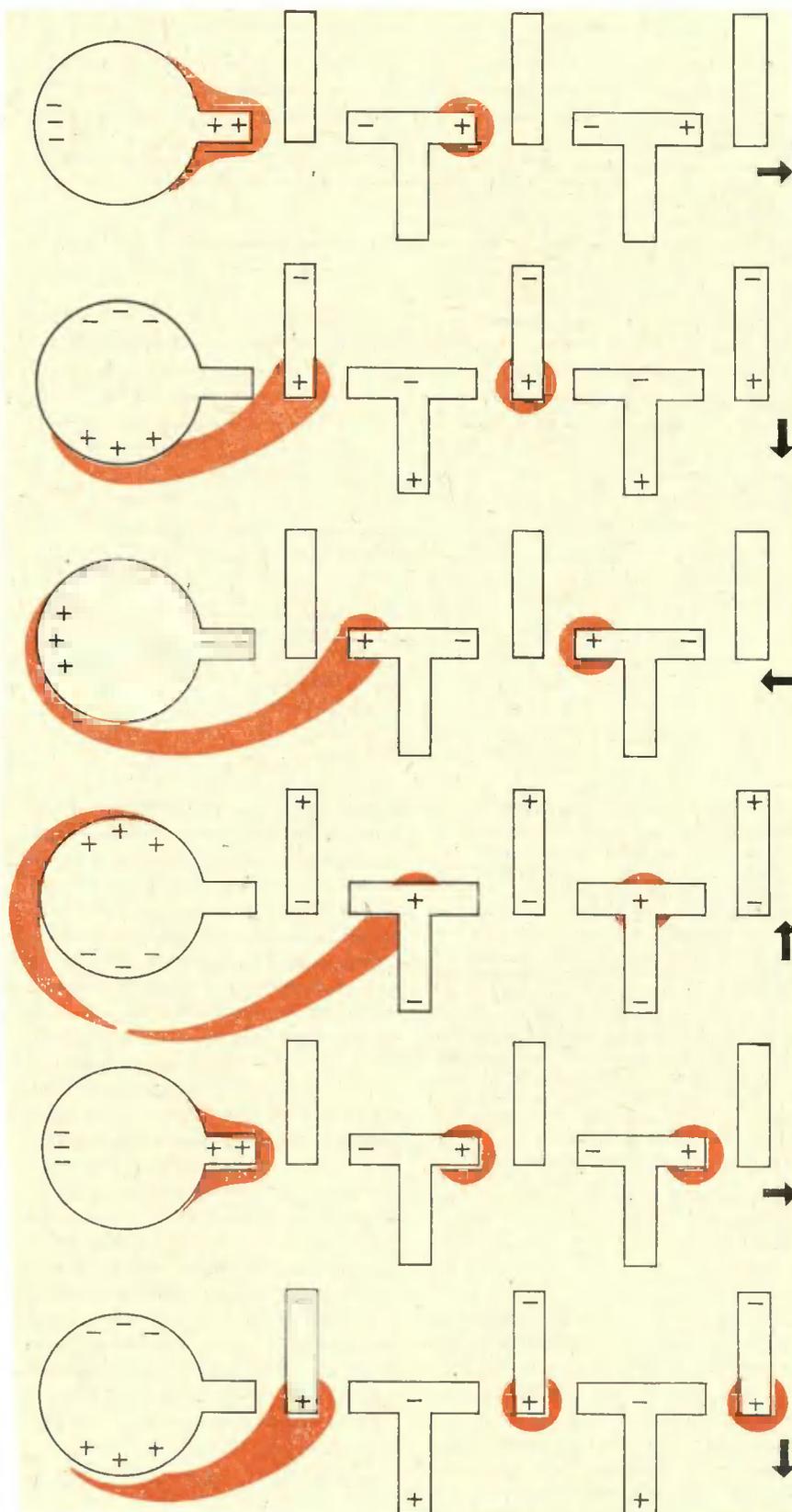
Рис. 5. Генерирование и распространение пузырьков в схеме с Т-образными аппликациями. Магнитный пузырек, эквивалентный отрицательно заряженной частице, притягивается положительными зарядами, создаваемыми управляющим полем на аппликациях. При повороте управляющего поля положительные заряды перемещаются по каналу распространения, улекая за собой пузырек. Справа стрелкой показано направление управляющего поля  $H_{упр}$ , лежащего в плоскости чертежа.

в магнетиках эффекта Фарадея, т. е. вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света при прохождении через магнитный кристалл. Направление вращения определяется направлением вектора намагниченности; поэтому, если за пленкой расположить анализатор и настроить его так, чтобы в отсутствие пузырька свет к наблюдателю не проходил, при появлении в поле зрения пузырька плоскость поляризации света повернется и пузырек будет виден как светлое пятно (см. рис. 2).

Для использования магнитных пузырьков в качестве носителей информации необходимо: уметь управлять движением пузырьков, т. е. перемещать и, при необходимости, фиксировать их в любой выбранной ячейке (запись и хранение информации); иметь возможность в нужные моменты создавать магнитные пузырьки и вводить их в устройство (ввод информации); иметь возможность регистрировать присутствие или отсутствие пузырька в данной ячейке (считывание информации).

### Хранение, ввод и считывание информации в пузырьковых устройствах

Перемещение (запись) и фиксацию (хранение) пузырьков можно осуществить, создав двумерную сетку магнитных канавок с пониженным по отношению к окружающей пластинке значением магнитного поля. Для фиксации пузырьков в определенных



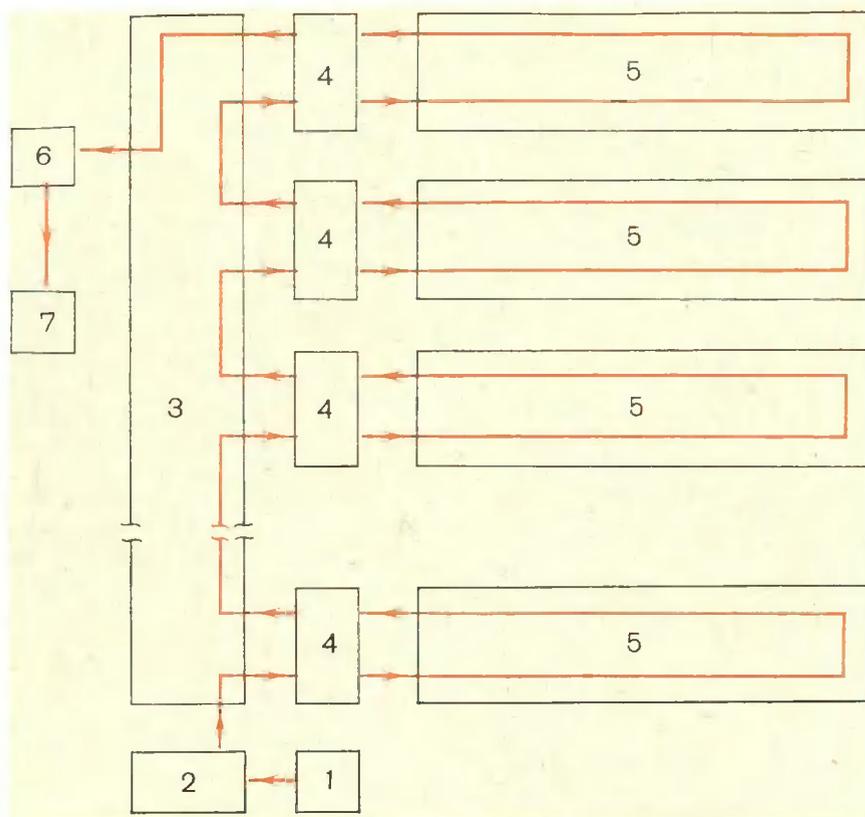


Рис. 6. Блок-схема пузырькового запоминающего устройства. Информация в виде последовательности пузырьков, создаваемых генератором 1, закодированная в устройстве кодирования 2, поступает в устройство ввода-вывода 3, где с помощью ключей 4 распределяется по регистрам хранения 5. После того как запись закончена, регистры хранения отключаются от устройства ввода-вывода и информация циркулирует в регистрах хранения. Когда необходимо считать информацию, любой регистр может быть подключен к устройству ввода-вывода, и информация из него направляется на детектор 6. Для стирания информации используется аннигилятор 7. Все блоки выполняются в виде ферромагнитных аппликаций, размещенных на одной пластине.

точках канавок необходимо дополнительно иметь магнитные «ямы». При статическом хранении информации ямы отделены друг от друга магнитным барьером и положение пузырька фиксировано. Если необходимо переместить пузырек в соседнюю яму, следует изменить профиль маг-

нитного поля так, чтобы пузырек скатился из исходной ямы в выбранную. Создание магнитных канавок и управление профилем магнитного поля может быть осуществлено при помощи проводниковых и ферромагнитных аппликаций. Проводниковые аппликации выполняются в виде последовательно расположенных незамкнутых петель, изготовленных из проводящего металла, по которым в нужной последовательности пропускается ток, создающий управляющее магнитное поле. Ферромагнитные аппликации делают из магнитомягкого пермаллоя<sup>1</sup> толщиной порядка 1 мкм в виде последовательности T—I-, Y—I- или >>-образных конфигураций. Общее преимущество используемых в настоящее время схем управления — их автономность по отношению к магнитному кристаллу. Аппликации наносятся на любую удобную подложку, и затем подложка просто накладывается на магнитный кристалл. Это дает

<sup>1</sup> Пермаллой — сплав железа с никелем.

возможность либо менять аппликации в зависимости от назначения схемы, либо заменять магнитный кристалл в случае его порчи или ухудшения параметров. Принцип действия таких схем можно понять, если учесть, что на языке магнитных зарядов каждый «торец» магнитного пузырька эквивалентен заряженной частице. Если теперь у поверхности кристалла разместить тонкую ферромагнитную полосу и намагнитить магнитным полем, параллельным ее большему размеру, то на концах пластины будут наводиться магнитные заряды, которые, в зависимости от полярности, на одном конце будут отталкивать пузырек (магнитный барьер), а на другом притягивать (яма). В схемах управления с ферромагнитными аппликациями для перемещения магнитных пузырьков используют магнитное поле, вращающееся в плоскости пластины. Если теперь изготовить ферромагнитную аппликацию, например в виде чередующихся T—I-элементов, и использовать вращающееся в плоскости магнитное поле, то положение магнитной ямы будет изменяться при вращении поля и она будет увлекать за собой магнитный пузырек. Когда поле сделает оборот, пузырек окажется перемещенным на один период структуры в положение, аналогичное исходному. Направление движения пузырьков можно изменить, поменяв направление вращающегося поля. Частота вращения управляющего поля достигает 1 МГц, что эквивалентно скорости обработки информации ~1 Мбит/сек.

Создание магнитных пузырьков и ввод их в канал распространения осуществляется специальными устройствами, называемыми пузырьковыми генераторами. Наиболее эффективна конструкция генератора, предложенная американским физиком А. Пернеским (рис. 5). В ней зародышевый магнитный пузырек постоянно находится под ферромагнитной аппликацией в виде диска с выступом, расположенным вблизи канала распространения пузырьков. При вращении управляющего поля один из концов зародышевого пузырька постепенно вытягивается в канал распространения, в то время как второй конец, удерживаемый положительными зарядами

на периферии аппликации, наматывается в противоположном направлении на диск. Домен растягивается и в конце концов рвется, после чего генератор возвращается к исходному состоянию, а в канал распространения введен один пузырьрек. Генератор обеспечивает вход в схему одного пузырька за оборот управляющего поля.

Считывание информации производится специальными устройствами, называемыми пузырьковыми детекторами, которые должны вырабатывать электрический сигнал, если вблизи детектора находится пузырек, и не выдавать сигнала, если пузырька нет. Считывание информации с пузырьков представляет задачу, которую можно сформулировать следующим образом: требуется определить направление намагниченности в микрообъеме, определяемом размером пузырька, за некоторое, достаточно малое время, задаваемое требуемой скоростью обработки информации. Для этого можно использовать явление электромагнитной индукции, гальваномагнитные, магнитооптические эффекты<sup>1</sup> и др. \*

Наибольшее распространение в настоящее время получили магниторезистивные устройства считывания, содержащие пластинку ферромагнитного материала, по которой пропускается ток. Сопротивление пластинки зависит от действующего на нее магнитного поля, поэтому если такую пластинку расположить вблизи канала распространения пузырьков, то в момент прохождения пузырька его магнитные поля рассеяния, воздействуя на детектор, будут менять его сопротивление. Это изменение сопротивления детектора приводит к изменению падения напряжения на нем, которое может быть зарегистрировано обычными методами. Для получения большой плотности записи информации желательно использовать пузырьки малого размера (~1 мкм). Однако тогда сигнал считывания уменьшается, поэтому пузырьки микронного размера для удобства считывания предвительно растягивают в 10—100 раз. Таким образом, в на-

стоящее время практически реализованы все операции, необходимые для построения ЗУ на магнитных пузырьках. Одна из возможных схем организации блока пузырькового ЗУ показана на рис. 6.

## Будущее магнитных пузырьков

Пузырьковая память позволяет получить исключительно высокую плотность записи информации — 1 млн бит/см<sup>2</sup> и более. В настоящее время удается выращивать магнитные пленки площадью 10 см<sup>2</sup>, на которой можно разместить около 10 млн бит двоичной информации. Набор из ста таких пленок, занимающих объем ~10 см<sup>3</sup>, способен обеспечить емкость памяти около 10 млрд бит.

Пузырьковая память требует для своего функционирования очень малой управляющей мощности, так как для перемещения пузырька из одной ячейки в другую необходима энергия порядка 10<sup>-14</sup> дж, что требует для выполнения 10<sup>12</sup> двоичных операций в секунду мощности около 0,04 вт. Стоимость хранения информации в пузырьковых ЗУ составляет всего 1 коп. на 100 бит хранимой информации.

Таким образом, пузырьковая память заполняет существующий в настоящее время разрыв между быстродействующей, но дорогой оперативной памятью на полупроводниковых интегральных схемах и дешевой, но «медленной» внешней памятью на магнитных лентах, барабанах и дисках. Пузырьковая память уже в ближайшее время вполне способна вытеснить существующие типы внешних запоминающих устройств. В этой области усиленно работают многие зарубежные фирмы, в частности «Белл Телефон» и «Интернэшнл бизнес машин». Первая недавно сообщила о разработке пузырькового запоминающего устройства на гранатовых пленках емкостью 1,1 Мбит. Объем устройства составляет всего 33,0×82,6×12,7 мм<sup>3</sup>.

Считается, что пузырьковая память (при нынешних параметрах) не может конкурировать с запоминающими устройствами оперативного типа на интегральных схемах из-за недо-

статочного быстродействия и со стационарными запоминающими устройствами на магнитных лентах из-за недостаточно низкой стоимости. Однако вряд ли последнее мнение окончательно. Читатель, интересующийся проблемой магнитных пузырьков, вероятно, обратил внимание на ряд рекламных сообщений, появившихся в последнее время в американских технических журналах.

Недавно получено сообщение об успешных попытках создания пузырьковых запоминающих устройств не на сравнительно дорогих монокристаллических гранатовых пленках, а на дешевых аморфных гадолиний-кобальтовых и железо-гадолиниевых пленках, напыляемых на подложку из любого материала (оконное стекло, пластмасса). Размер пузырьков в таких пленках составляет единицы микрон, а ожидаемые параметры не должны уступать параметрам гранатовых пленок.

Другая лаборатория применила для пузырьковой памяти пленки висмутулиевого граната, которые допускают использование магнитооптических способов считывания пузырьков и позволяют повысить быстродействие устройств по меньшей мере в 10 раз.

В настоящее время НАСА заинтересовалась возможностью создания пузырьковых ЗУ для записи информации на борту искусственных спутников вместо используемых ныне магнитных лент. Анализируя эти сообщения, а также принимая во внимание возможность получения новых, еще более перспективных материалов с низкой стоимостью и высокой скоростью движения доменов, нельзя исключить возможности, что в будущем магнитные пузырьки послужат универсальной базой для создания запоминающих устройств любого назначения.

Но не будем спешить с окончательными выводами. Предоставим решение вопроса о месте магнитных пузырьков в вычислительной технике самому беспристрастному судье — времени.

УДК 621.318.1:681.14

<sup>1</sup> Например, уже упомянутый эффект Фарадея.

# Загадка кейлонов

А. Ю. Яковлев  
Кандидат биологических наук



*Андрей Юрьевич Яковлев, сотрудник ОКБ биологической и медицинской кибернетики Северо-Западного политехнического института (Ленинград). Занимается проблемами регуляции размножения и дифференциации клеток. Автор работ по клеточной кинетике обновляющихся тканей и по математической теории клеточных систем.*

История изучения живой клетки, насчитывающая добрых полтора века, схожа с историей проникновения в тайны атомного ядра, совершающейся на глазах наших современников. Чем больше исследователи узнавали о строении той и другого, чем лучше, казалось бы, проникали в суть механизмов, связывающих изучаемый объект в единое целое, тем неожиданнее были новые открытия внутри этого целого. Физики открывали все новые и новые элементарные частицы, биологи — новые структуры и молекулы, новые цепи биохимических реакций, на которых строится жизнедеятельность клетки.

Одно из самых последних событий в изучении клетки — открытие кейлонов, тканевых регуляторов размножения клеток<sup>1</sup>. Кейлоны многое объяснили биологам, но еще больше загадок поставили перед ними. С открытием кейлонов проблемы регуляции размножения и дифференциации клеток, а также опухолевого роста стали рассматриваться под совершенно новым углом зрения<sup>2</sup>.

## Клеточный цикл

Современному биологу живая ткань представляется исключительно сложной и совершенной системой автоматического управления. Процессы пролиферации, дифференциации и функциональной деятельности клеток протекают в этой системе под строгим контролем, обеспечивая необходимый состав ткани. В поддержании это-

го состава (гомеостаза ткани) участвует множество специальных систем регуляции. Сигналы системы тканевой регуляции оказывают существенное влияние на процессы целенаправленных превращений клетки за время ее жизни в обновляющейся ткани, т. е. на прохождение клеткой различных фаз ее жизненного цикла.

В последнее время особенно возрос интерес к отдельному исследованию молекулярных механизмов, контролирующих основные процессы клеточного цикла<sup>1</sup>.

Каковы основные современные представления о клеточном цикле?

Понятие клеточного цикла охватывает три важнейших процесса в жизни клетки: пролиферацию, дифференциацию и функционирование. Пролиферация — это размножение, или деление, клетки. Дифференциация выражается в глубоких внутриклеточных перестройках, приводящих клетку к высокоспециализированной жизнедеятельности — синтезу белков, необходимых для функционирования ткани или органа. Каждая обновляющаяся ткань состоит из многих клеточных популяций, в которые объединяются пролиферирующие, дифференцирующиеся и функционирующие клетки. Наиболее бурно накапливаются факты относительно структуры митотического цикла, конечным результатом которого является деление клетки, или образование из одной «материнской» клетки двух «дочерних». Митозу предшествует удвоение (репликация) ДНК, которая затем в процессе митоза точно распределяется между дочерними клет-

<sup>1</sup> Кейлон (от греч.  $\chi\alpha\lambda\omega$  — гашу) — гаситель движения.

<sup>2</sup> Кейлоны — ингибиторы клеточного деления. — «Природа», 1973, № 11, стр. 109.

<sup>1</sup> Клеточный цикл. М., «Наука», 1973.

ками. Во время митотического деления клетка претерпевает столь значительные морфологические изменения, что приобретает четкие, видимые под микроскопом, отличия от неделящейся в данный момент клетки. Однако эта, доступная прямому наблюдению, фаза митоза очень коротка по сравнению с теми подготовительными процессами, без которых невозможна инициация митоза. Весь комплекс этих процессов долгое время обозначался в целом как интерфаза, оставаясь в деталях неизученным из-за отсутствия экспериментальных подходов. Ситуация резко изменилась после того, как в 1953 г. А. Говард и С. Пелк применили метод автордиографии. Они установили, что фазе деления (фазе М) предшествует фаза синтеза ДНК (фаза S), которая занимает время, меньшее, чем длительность всей интерфазы. Метод автордиографии стал одним из основных при изучении закономерностей прохождения клетками митотического цикла (рис. 1) и привел к развитию новой области научных исследований, получившей название кинетики клеточных популяций. Интерфаза стала с тех пор рассматриваться как совокупность трех последовательных фаз:  $G_1$ , S и  $G_2$ .

Фаза  $G_1$  предшествует синтезу ДНК в фазе S и имеет по этой причине второе название — пресинтетический период. Следующая затем фаза  $G_2$  предваряет период митоза, она названа премитотическим периодом. К настоящему времени собран огромный экспериментальный материал о биохимических особенностях всех фаз цикла как в культурах клеток, так и в тканях многоклеточного организма. Тем не менее не ясно: какие конкретные процессы обуславливают переход клетки из одной фазы в другую, какие причины побуждают клетку менять весь тип своего метаболизма (обмена веществ) при переходе от состояния активной пролиферации к процессу дифференциации.

Прохождение клеткой митотического цикла есть единый сложный процесс, в котором одно событие некоторым образом определяет наступление другого, следующего события. Наиболее распространена гипотеза, что протекание биохимических про-

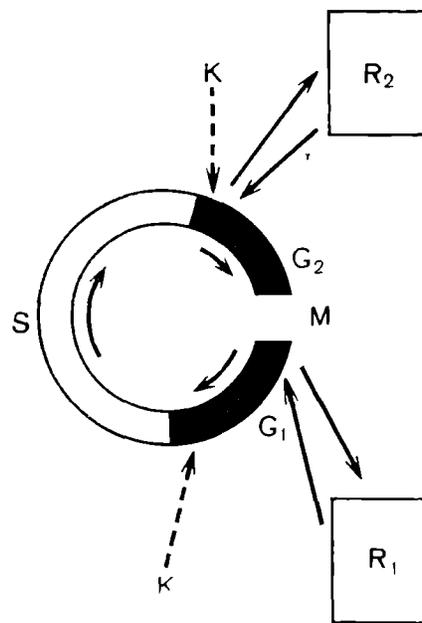


Рис. 1. Схема цикла клеточного деления. Фаза  $G_1$  — подготовка к синтезу ДНК, фаза S — синтез клеточной ДНК, фаза  $G_2$  — подготовка к митозу, или клеточному делению; фаза M — митоз. Пунктирными стрелками обозначены возможные точки приложения действия кейлонов (K). Блокирующее действие кейлона приводит к переходу клеток из фазы  $G_1$  в период покоя  $R_1$  и из фазы  $G_2$  в период покоя  $R_2$ .

цессов митотического цикла отражает смену активности отдельных генов, ответственных за синтез определенных белков на разных этапах цикла. Под влиянием разнообразных внешних воздействий (и, как полагают, внутренних регулирующих механизмов) протекание этой сложной последовательности биохимических реакций может приостановиться. Клетка в этом случае оказывается вне цикла деления, переходя в состояние покоя (нулевая фаза — R). Такая возможность временного пребывания клеток в фазе R подтверждается многочисленными косвенными данными. У клеток, находящихся в фазе R, имеются два принципиальные возможности: либо по прекращении действия внешнего фактора вернуться на путь деления, либо под влиянием соответствующего стимула перейти на путь дифференциации. Следовательно, переход в

нулевые фазы уместно рассматривать как способ создания клеточных резервов ткани. Интересно, что такие резервные клетки обладают повышенной устойчивостью к неблагоприятным воздействиям внешней среды. В настоящее время доказана возможность выхода в нулевую фазу при блокировании клеток в фазах  $G_1$  и  $G_2$  (см. рис. 1). Поэтому создается впечатление, что в митотическом цикле чередуются фазы, чувствительные и нечувствительные к сигналам управления.

Однако какова же природа этих сигналов? В клеточных культурах, где процессы жизнедеятельности отдельной клетки протекают в отсутствие регулирующих влияний со стороны организма и где отсутствуют специфические тканевые структуры (вся популяция клеток достаточно однородна), также наблюдается задержка клеток в периоде  $G_1$ , а в некоторых случаях и в периоде  $G_2$ . Например, это происходит при контактировании соседних клеток, вследствие возросшей плотности их расположения. Такой характер межклеточных взаимодействий получил название контактного торможения и был детально изучен средствами микрокино съемки. Для проявления феномена контактного торможения весьма важным оказалось состояние околосклеточной среды, которое в свою очередь определяет ряд свойств поверхностной мембраны клеток. Многие исследователи склонны считать, что такой примитивный способ регуляции сохранился в тканях многоклеточного организма, но на него накладывается целая иерархия высокоспециализированных систем управления.

В частности, важно, чтобы популяции пролиферирующих клеток, призванных поставлять новые клетки для дифференциации (стволовые популяции), непрерывно получали информацию о численности уже имеющихся популяций дифференцированных клеток. Наиболее правдоподобно допущение, что подобная информация передается посредством специальных гуморальных факторов, т. е. сигналов, имеющих химическую природу. Если дифференцированные клетки синтезируют некий ингибитор — вещество, подавляющее рост стволовых попу-

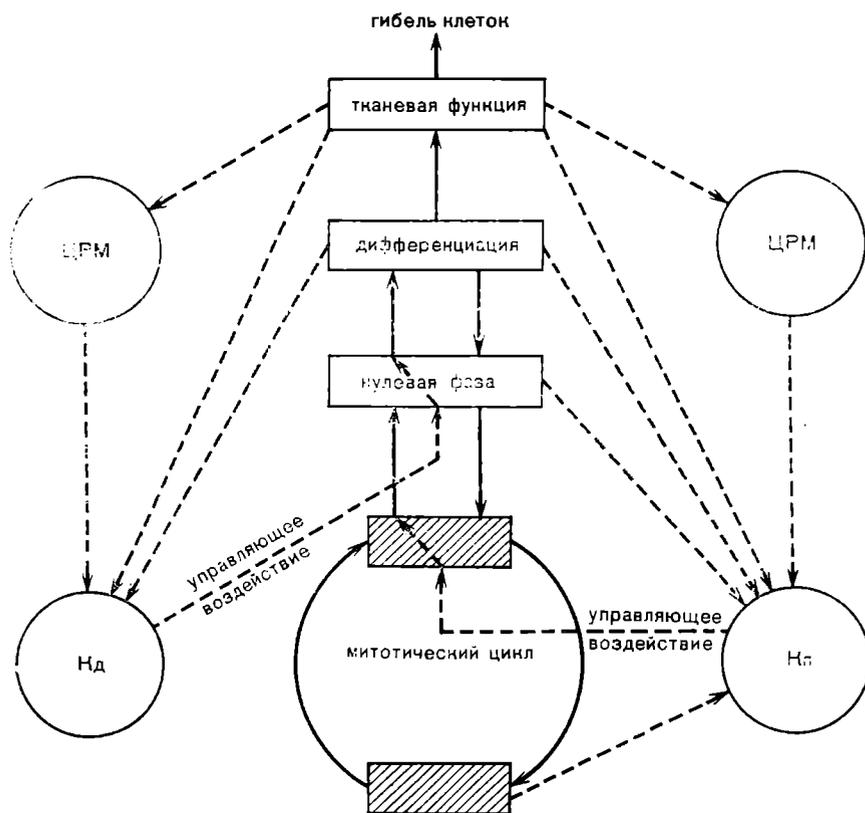


Рис. 2. Схема регуляции процессов клеточного цикла. Пунктирными стрелками изображены сигналы в системе тканевой регуляции, сплошными — переход клеток из одной популяции в другую. ЦРМ — центральные регулирующие механизмы, Кд — тканевые регуляторы дифференциации, Кп — тканевые регуляторы (кейлоны) пролиферации.

лений, то всякое увеличение числа дифференцированных клеток будет сопровождаться соответствующим ослаблением интенсивности клеточного размножения, а общая численность клеток в ткани будет сохраняться. Таким образом, регуляция клеточной пролиферации будет осуществляться в пределах данной ткани в соответствии с принципом отрицательной обратной связи. Одна из самых простых гипотетических схем тканевой регуляции приведена на рис. 2. Формированию этих представлений способствовали данные разнообразных опытов, поставленных для изучения механизмов заживления ран, регенерации органов, суточного ритма пролиферации, процессов морфогенеза и кан-

церогенеза. Остановимся на нескольких примерах.

### Система внутритканевой регуляции

На мысль о существовании внутритканевой гуморальной системы регуляции наводит анализ кинетики клеточных популяций в некоторых тканях, например в эпидермисе млекопитающих. Эпидермис представляет собой поверхностный слой кожи и сам, в свою очередь, состоит из нескольких слоев клеток (рис. 3). Клеточные деления происходят в базальном слое, который расположен на базальной мембране, ограничивающей эпидермис от более глубоких структур кожи. Из базального клетки мигрируют в более поверхностные слои, одновременно подвергаясь дифференциации.

Жизненный цикл клеток завершается их слущиванием в самом поверхностном — роговом слое. Постоянство толщины эпидермиса у полбозрелого животного поддерживается за счет баланса между клеточной продукцией

в базальном слое и клеточной убылью в роговом.

Наиболее простое строение имеет эпидермис безволосой мыши. Проводя опыты на этом объекте, О. Иверсен и сотрудники<sup>1</sup> показали, что в результате клеточных делений в базальном слое часть базальных клеток выталкивается в следующий клеточный слой и начинает дифференцироваться; часть же вновь вступает в цикл, поддерживая постоянную репродукцию своей популяции. Некоторые клетки после деления могут провести более трех суток, сохраняя связь с базальной мембраной, прежде чем начать процесс дифференциации. Как объясняется сбалансированность образования и убыли клеток? Обычно предполагается, что поступающий из рогового слоя посредством диффузии химический вестник ингибирует размножение базальных клеток, блокируя их на определенных стадиях митотического цикла. Таким образом, при увеличении популяции дифференцированных клеток, большее число пролиферирующих клеток будет переходить в состояние покоя, из которого клетка может выйти и приступить к дифференциации только под влиянием тканевых дифференцированных стимулов.

Гуморальный характер тканевой регуляции еще ярче проявляется в период восстановительного роста тканей. Так, поверхностное повреждение эпидермиса приводит к значительному усилению клеточной пролиферации. Такая пролиферативная реакция носит чисто локальный характер, не распространяясь обычно далее чем на 1—2 мм от края раны. После того как тканевой дефект ликвидируется за счет вновь образовавшихся клеток, интенсивность размножения падает, возвращаясь к исходному уровню. Долгое время было принято считать, что поврежденные клетки выделяют стимуляторы пролиферации — так называемые «раневые гормоны». Однако появились гораздо более серьезные доказательства в пользу того, что развитие пролиферативной реакции при нанесении ран обусловлено временным падением концен-

<sup>1</sup> O. Iversen, E. Aandahl, K. Elgjo. — «Acta pathol. microbiol. Scand.», v. 64, 1965.

трации специфического ингибитора, регулирующего состав неповрежденного эпидермиса. Последние представления все чаще используются при теоретическом анализе самых различных пролиферативных реакций, при построении математических и электронных моделей тканевой регуляции<sup>1</sup>.

Особенно плодотворным для установления гуморальной природы тканевых сигналов оказалось изучение регенерации органов млекопитающих. Например, после хирургического удаления части печени наблюдается массивный переход клеток к синтезу ДНК, за которым следует волна митозов, в то время как в неоперированной печени доля клеток, синтезирующих ДНК, ничтожно мала. Убедительной иллюстрацией сказанного служит рис. 4, на котором приведена кривая, отражающая изменения скорости вступления клеток в S-фазу после удаления  $2/3$  печени крысы.

Поведение этой кривой свидетельствует о существовании фракции клеток, синхронно начинающих делиться после операции. Через определенный срок охватившая всю массу органа клеточная пролиферация затихает, и вес печени возвращается практически к исходной величине. Наиболее удачное объяснение этим проявлениям динамики тканевых регулирующих механизмов принадлежит англичанину У. Буллоу, который считает, что клетки, оставшиеся в печени после операции, в избытке теряют синтезируемый ими ингибитор. Удаление части печени у беременных крыс вызывает усиление митотической активности в печени плодов.

Наконец, существование циркулирующего в крови ингибитора подтверждается опытами, где хирургическим путем создавалось общее кровообращение у двух животных (парабионтов). При этом операция на печени одного из парабионтов стимулировала синтез ДНК в печени другого, причем степень стимуляции возрастала с увеличением удаляемой доли органа.

<sup>1</sup> А. Ю. Яковлев. Моделирование гуморальной регуляции клеточной пролиферации в тканях взрослых животных. — «Цитология», т. 14, 1972, № 6.

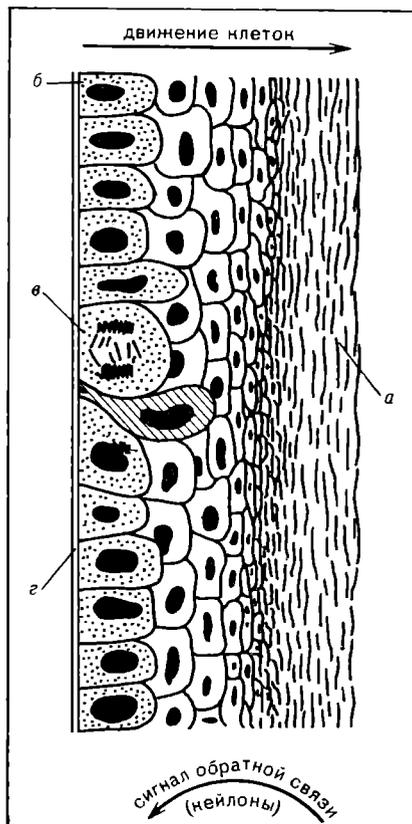


Рис. 3. Упрощенное изображение строения эпидермиса млекопитающих: а — роговой слой, б — базальный слой, в — клетка в митозе, г — базальная мембрана. Деление клеток происходит в базальном слое. Отсюда разделившиеся клетки мигрируют (стрелка вправо) в поверхностные слои, одновременно подвергаясь дифференциации. Под клеткой, находящейся в митозе, видна отдельная базальная клетка (косая штриховка), выталкиваемая в следующий клеточный слой. Поступающий из рогового слоя кейлон (стрелка влево) ингибирует деление базальных клеток.

Таким образом, под влиянием самых разных наблюдений постепенно формировалась довольно стройная теория гуморальных механизмов тканевой регуляции. Каковы же эти механизмы? Какие вещества управляют этими механизмами? Поиски ответа закономерно привели к попыткам обнаружить в эксперименте молекулы регуляторов клеточной пролиферации.

## Открытие кейлонов

Наиболее настойчиво и последовательно поиски тканевых регуляторов пролиферации осуществлялись в одной из лабораторий Лондонского университета. Здесь в 1964 г., приготовив водный экстракт эпидермиса мыши, У. Буллоу и Э. Лоуренс обнаружили значительное, но обратимое антимиотическое действие этого экстракта<sup>1</sup>. Исследование свойств полученного экстракта привело к убеждению, что эпидермис содержит ингибитор митотического деления — тканеспецифичный белок, вошедший затем в литературу под названием кейлона. С тех пор получено много прямых и косвенных данных о существовании аналогичных ингибиторов в печени, почках, альвеолярном эпителии легкого, зрелых гранулоцитах, эритроцитах и т. д. Список кейлонов, выделяемых из разных тканей, продолжает расширяться.

Открытие Буллоу и Лоуренс было вскоре подтверждено Иверсеном и соавторами<sup>2</sup>, а затем и другими исследователями в разных странах. В нашей стране экспериментальное исследование кейлонов было предпринято О. С. Франкфуртом в Институте химической физики АН СССР<sup>3</sup>.

Сразу было обнаружено очень важное свойство кейлона — тканевая специфичность. Кейлон, выделенный из одной ткани, обычно не оказывает антимиотического действия на другую ткань, что предотвращает возможность восприятия клеткой ложных сигналов. Видовая специфичность, напротив, у кейлона отсутствует. Установлено, что эпидермис мыши или человека реагирует качественно одинаковым образом на эпидермальный кейлон, полученный от мыши, человека, свиньи, кролика, морской свинки и даже трески. Правда, некоторая видовая специфичность, достаточная для активации иммунных реакций организма, способных нейтрализовать биологический эффект кейлона, все-таки наблюдалась в ряде опытов. Однако это может быть связано и с не-

<sup>1</sup> W. Bullough. The evolution and differentiation. L., 1967.

<sup>2</sup> Цит. соч.

<sup>3</sup> О. Frankfurft. — «Exp. Cell. Res.», v. 54, 1971, p. 140.

достаточностью очистки грубых экстрактов тканей.

Попытки получить кейлон в достаточно чистом виде предпринимались неоднократно. Хотя в этом направлении достигнуты определенные успехи, вопрос о химической структуре кейлона далек от своего разрешения.

Максимально очищенная фракция экстракта эпидермиса представляет собой водорастворимый белок, относящийся к классу гликопротеидов, с молекулярным весом 30—40 тыс. Ингибирующий эффект водного раствора кейлона при 37°С сохраняется только 30 мин., что говорит о малой продолжительности жизни молекул кейлона.

Однако в более кислой среде (при низких значениях pH) стабильность кейлона увеличивается. Судьба неиспользованных клетками молекул кейлона в организме не достаточно ясна. Скорее всего, кейлон терзается тканями и через кровь в некотором количестве выводится из организма. Во всяком случае, активная форма кейлона была обнаружена в моче человека.

По предварительным оценкам, молекулярный вес гранулоцитарного и эритроцитарного кейлонов на порядок меньше эпидермального — 3—4 тыс. Тщательное разделение экстракта крови на фракции позволило выделить 6 различных компонентов, каждый из которых обладал способностью тормозить синтез ДНК в клетках костного мозга. Однако только один из них синтезируется и затем выделяется в околочлеточную среду зрелыми гранулоцитами. Этот компонент подавляет синтез ДНК в клетках костного мозга на 20% и, по-видимому, является гранулоцитарным кейлоном. Подавляя синтез ДНК, гранулоцитарный кейлон задерживает митотическое деление клеток. Опыты с экстрактами кожи мышей показали, что кейлон подавляет синтез ДНК в коже примерно через 12 час. после его введения животным. По некоторым данным, за 12 час. до вступления в фазу пролиферирующие клетки осуществляют синтез РНК, необходимый для последующего синтеза ДНК. Поэтому высказывалось мнение, что действие кейлона сводится к блокированию синтеза РНК в G<sub>1</sub>-фазе.

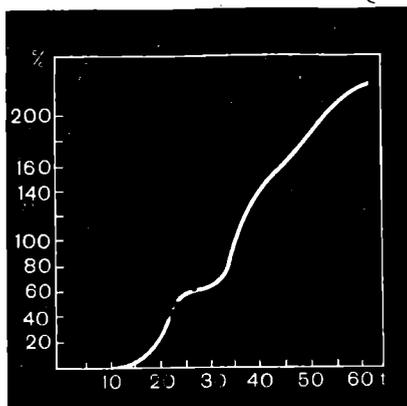


Рис. 4. Интенсивность пролиферации паренхимных клеток регенерирующей печени крысы. По оси ординат: отношение числа клеток (в %), приступающих к синтезу ДНК за время  $t$ , к общему числу клеток, оставшихся после удаления  $2/3$  печени. По оси абсцисс — время (в мин.), прошедшее после операции. График показывает, что уже через 12—13 мин. после операции в оставшейся части печени нарастает синтез ДНК — это свидетельствует о начавшейся регенерации органа.

Эксперименты же, проведенные на эпидермисе безволосой мыши, усложняют эту картину, свидетельствуя, что пролиферация в базальном слое регулируется по крайней мере двумя кейлонами, изолированно действующими на различные стадии митотического цикла (фазы G<sub>1</sub> и G<sub>2</sub>).

К сожалению, пока явно не достаёт экспериментального материала для установления точной локализации действия кейлонов. Эта задача, кроме того, осложняется возможностью существования нескольких кейлонных систем внутри одной специализированной ткани. Так, в прямых экспериментах было показано наличие сильного тканеспецифичного ингибитора митотического деления в базальных клетках эпидермиса. Экстракты, полученные только из дифференцированных клеток эпидермиса, почти не оказывали влияния на вступление базальных клеток в митоз в течение контрольных 4 час., тогда как экстракт всего эпидермиса вызывает очень быстрое подавление митотической активности. Согласно одной из главных гипотез кейлонной теории, кейлон

вырабатывается дифференцированными клетками ткани. Однако имеющиеся экспериментальные данные уже сейчас требуют видоизменения этой гипотезы, указывая на возможность существования многих кейлонов, связанных с разными клеточными популяциями.

## Кейлоны и гормоны

Кажется несомненным, что замкнутая система тканевой регуляции должна каким-то образом взаимодействовать с регулируемыми системами всего организма. И действительно, эпидермальный кейлон не может проявить свою полную силу в отсутствие гормона адреналина, точно так же, как адреналин сам по себе не способен тормозить вступление клеток в митотический цикл. Так возникло понятие комплекса «кейлон — адреналин». Имеются свидетельства об участии в этом комплексе также глюкокортикоидных гормонов, причем создается впечатление, что в некоторых случаях по характеру действия они эквивалентны адреналину. Так, действие гранулоцитарного кейлона не зависит от присутствия адреналина, но усиливается гидрокортизоном.

Механизм этих взаимодействий остается неизученным и с трудом поддается какой-либо интерпретации. Однако приведенные данные позволяют сделать важный вывод, что центральные регулирующие системы организма управляют клеточной пролиферацией только опосредованно — через замкнутую систему внутритканевой регуляции.

Таким образом, исследование тканеспецифических регуляторов клеточной пролиферации не только прокладывает новые пути к пониманию механизма тканевого гомеостаза, но одновременно и демонстрирует необычайную сложность этой фундаментальной проблемы. Поэтому, хотя кейлоны были выделены и охарактеризованы во многих лабораториях, а результаты проведенных исследований, как правило, согласуются между собой, еще предстоит огромная экспериментальная работа, прежде чем кейлоны займут в биологии хотя бы такое же место, какое сейчас отведено гормонам.

## Механизм действия кейлонов на клетку

Молекулярные аспекты действия кейлонов остаются практически неизученными, хотя был предложен ряд моделей, необходимых для планирования дальнейших экспериментов. Схема возможного действия кейлонов Буллоу базируется на генной обусловленности основных событий в клетке. Предполагается, что активный геном содержит три большие группы генов, от которых зависит вид клеточной активности. Буллоу дал им условные названия: «оперон митоза», «оперон специфической тканевой функции» и «оперон жизнедеятельности»<sup>1</sup>. Под контролем оперона жизнедеятельности синтезируются ферменты, необходимые клетке обычно на всех стадиях ее жизненного цикла, например ферменты, обеспечивающие энергетический обмен. Придерживаясь той точки зрения, что старение и смерть клеток предопределены генетически, Буллоу вводит в свою схему также «оперон старения». Весь комплекс структурных генов, входящих в состав оперона митоза, управляется одним геном-оператором, который в свою очередь находится под контролем гена-регулятора.

В самом общем виде регуляция синтеза белков для митотического деления осуществляется следующим образом. Репрессор — белковый продукт гена-регулятора, воздействуя на ген-оператор, блокирует процесс транскрипции, т. е. «переписывания» генетической информации с ДНК на РНК. Предполагается, что репрессор неактивен в отсутствие кейлона.

Антагонизм между пролиферацией и дифференциацией может порожд-

даться взаимным репрессирующим влиянием оперонов митоза и тканевой функции. Например, если допустить, что активный оперон митоза, кроме собственного репрессора, постоянно образует также репрессор для оперона тканевой функции, то блокирование оперона митоза при участии кейлона будет вполне достаточно для переключения всего типа метаболизма клетки с одного пути на другой. Такая гипотеза соответствует идее каскадной репрессии Уоддингтона, состоящей в том, что один из структурных генов, контролируемых оператором одной системы генов, образует репрессор для другой системы.

По схеме Буллоу, кейлон представляет собой комплексную молекулу, состоящую из двух частей (рис. 5). Первая часть является эффектором репрессора а вторая — продуктом одного из тканевых генов. Ни молекула репрессора, ни изолированная молекула эффектора не способны проходить через клеточную мембрану. Однако для комплексной молекулы кейлона мембрана оказывается легко проницаемой. Поступающий в другие клетки данной ткани активированный репрессор блокирует оперон митоза, а следовательно, и синтез белков, обеспечивающих протекание митотического цикла. Клеточная поверхность, как известно, меняет свои свойства по ходу клеточного цикла, определяя чувствительность или нечувствительность к действию тканевого сигнала. Основным чувствительным звеном в действии кейлона, по Буллоу, является синтез РНК.

Эта чрезвычайно упрощенная схема вызывает возражения с позиций более новых представлений о регуляции метаболических процессов в клетках высших организмов. Появляется все больше данных, свидетельствующих, что вступление клеток в митоз может регулироваться на уровне трансляции, а также на уровне переноса информации из ядра в цитоплазму, т. е. на промежуточных этапах между транскрипцией и трансляцией.

Это показано на системах с индуцированной (искусственно вызываемой) пролиферацией, например на

регенерирующей печени<sup>1</sup>. Для ранних этапов перехода клеток к делению в таких системах характерна активация синтеза белков на основе уже существующих в клетке структур. Изменения состояния клеточной поверхности приводит к резким сдвигам в физико-химическом состоянии внутриклеточной среды. Вследствие этих сдвигов большая часть белков протоплазмы меняет свою пространственную конфигурацию, а тем самым и ферментативную активность. Изменение расположения белков изменяет всю сеть биохимических реакций, соответственно меняется и направленность этих реакций.

Общая закономерность в действии многих агентов, стимулирующих деление клеток, — быстрое увеличение числа лизосом<sup>2</sup> с одновременным изменением проницаемости лизосомных мембран что приводит к выходу гидролитических ферментов в цитоплазму. Ю. М. Васильев и соавторы<sup>3</sup> рассматривают переход клеток к синтезу ДНК как проявление сложного комплекса репаративных (восстановительных) реакций, развивающихся в ответ на обратимое повреждение клеточной поверхности. Поэтому возможно, что связывание кейлона со специфическим рецептором клеточной поверхности стабилизирует мембранный аппарат клетки и сохраняет постоянство внутриклеточной среды. В связи с этим следует вспомнить, что кейлон — гликопротеид, а гликопротеиды составляют одну из наиболее характерных частей клеточной поверхности, причем именно углеводная часть молекулы рецептора клеточной поверхности определяет его специфичность.

<sup>1</sup> А. В. Зорин, Н. А. Исанин, А. Ю. Яковлев. Исследование кинетики перехода клеток к синтезу ДНК в регенерирующей печени. — ДАН СССР, т. 214, 1973, № 1.

<sup>2</sup> Лизосомы — особые внутриклеточные структуры, концентрирующие большое количество гидролитических ферментов. Эти структуры окружены мембранами, препятствующими свободному выходу ферментов в цитоплазму.

<sup>3</sup> Ю. М. Васильев и др. — ДАН СССР, т. 187, 1969, № 4.

<sup>1</sup> Используемое таким образом понятие оперона отличается от общепринятого определения оперона в молекулярной генетике. Напомним, что опероном называется группа генов, находящихся под контролем одного общего репрессора. Репрессор — белковая молекула, блокирующая синтез мРНК. В свою очередь синтез белков-репрессоров определяют специальные гены-регуляторы (Прим. автора.)

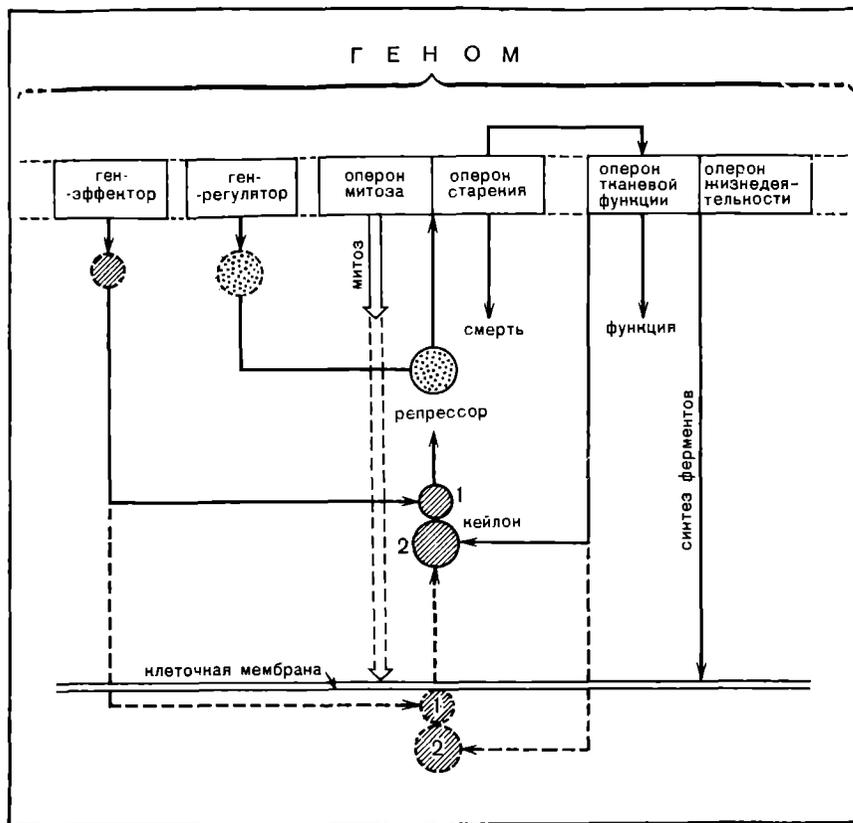


Рис. 5. Схема, демонстрирующая взаимодействие молекулы кейлона с геномом клетки. В отсутствие кейлона оперон митоза функционирует нормально и деление клетки идет до конца (двойная пунктирная стрелка); репрессор (точечная штриховка) — белковый продукт гена-регулятора неактивен, а изолированная молекула эффектора (1) не способна пройти через клеточную мембрану. Кейлон, образованный из двух частей, одна из которых (2) является продуктом тканевого гена, а вторая эффектором (1) легко проникает через мембрану (пунктирные стрелки). Взаимодействуя с эффектором и активируя репрессор, кейлон блокирует функционирование оперона митоза. (По У. Буллоу, 1969, с добавлениями).

Роль рецепторов поверхности клеток могут играть также ферменты. Высказывалось мнение, что механизм действия кейлона подобен механизму действия многих гормонов и заключается в активации локализованного на клеточной поверхности фермента аденилциклазы, что приводит к обра-

зованию 3,5-аденозинмонофосфата (циклический АМФ) из аденозинтрифосфата (АТФ). Добавление же циклического АМФ в клеточную культуру быстро подавляет ее рост. Эта схема (рис. 6) кажется весьма заманчивой для трактовки взаимодействия в комплексе кейлон — гормоны.

Предложено еще много других рабочих моделей возможного механизма действия кейлона на клетку. Однако ни одна из известных схем в настоящее время не может считаться доказанной<sup>1</sup>.

## Кейлоны и рак

Нынешнее состояние проблемы кейлонов напоминает те дни становления эндокринологии, когда гормоны были доступны исследователям только в виде неочищенных тканевых экстрактов,

<sup>1</sup> W. S. Bullough. The actions of the chalones. — «Agents and actions», 1971, № 1.

а их медицинские приложения могли только предполагаться. Поэтому настало время для разработки техники получения кейлонов в больших количествах и химически чистом виде.

Очевидно, что возможность направленно воздействовать на процессы пролиферации и дифференциации клеток в обновляющихся тканях открывает поистине грандиозные перспективы. Ведь почти любое патологическое состояние таких тканей в той или иной мере связано с нарушениями клеточной кинетики. Особенно большую роль эти нарушения играют в развитии опухолевого роста. К сожалению, детальное исследование кинетики клеточных популяций в различных опухолях было предпринято сравнительно недавно, и многие существенные вопросы, необходимые для понимания закономерностей опухолевого роста, еще ждут своего разрешения<sup>1</sup>. Для злокачественного роста тканей характерно прежде всего необратимое рассогласование между процессами пролиферации и дифференциации клеток, сопровождающееся постепенно возрастающей автономизацией популяции опухолевых клеток по отношению к регулирующим воздействиям.

Поэтому интересно выяснить, как изменяется состояние кейлонного механизма тканевой регуляции по ходу развития опухолей. Предварительные опыты с несколькими перевиваемыми опухолями животных свидетельствуют о том, что опухолевые клетки могут сохранять способность синтезировать кейлон, который, однако, в избытке теряется клетками через мембраны. В некоторых случаях внутриклеточная концентрация кейлона в опухолях составляла менее 1/10—1/40 нормального уровня. В дополнение к этим данным продемонстрирован эффект разрушения тканеспецифичных ингибиторов пролиферации в печени крыс при действии канцерогенного препарата — диэтилнитрозамина.

Подобные соображения привели к попыткам использовать кейлоны для терапии различного рода злокачественных новообразований. Во всех по-

<sup>1</sup> Н. И. Лазарев. Рак в понимании биолога. — «Природа», 1971, № 9.

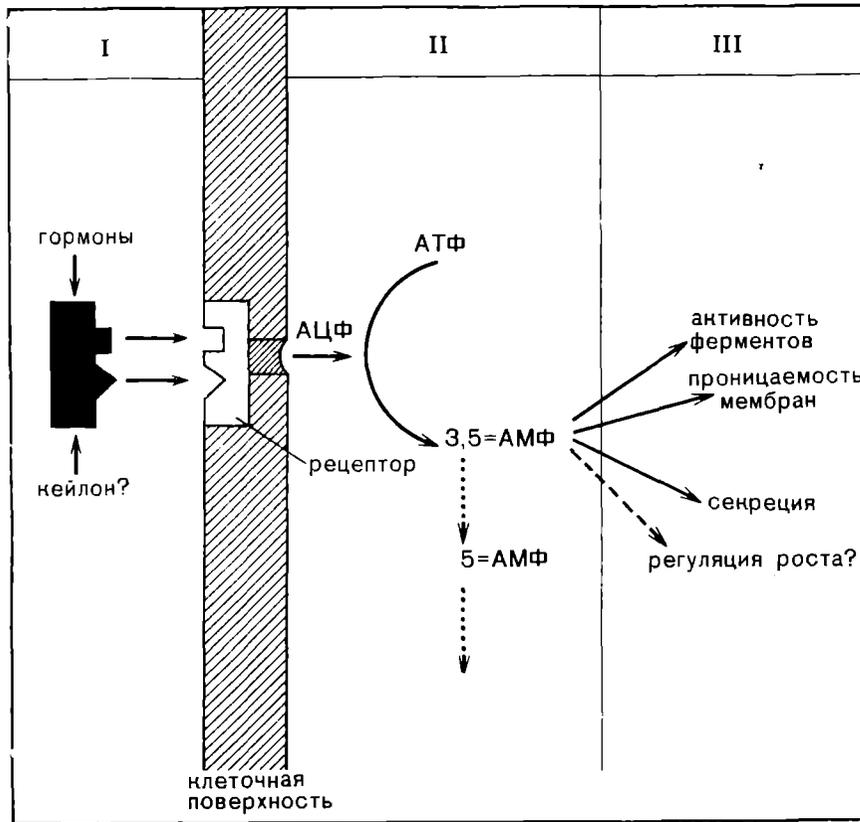


Рис. 6. Схема возможного действия кейлона с участием клеточной мембраны. I — первый этап действия гормонов, или кейлонов: молекулярный регулятор (черный многоугольник) связывается со специфическим рецептором (белый многоугольник), находящимся на поверхности клетки. Рецептор — белок, способный изменять свои ферментальные свойства. II — второй этап: трансформация взаимодействия кейлона и рецептора во внутриклеточный сигнал. По этому сигналу аденилциклаза (АЦФ) катализирует синтез молекул циклического АМФ из аденозинтрифосфата (АТФ). На III этапе действие циклического АМФ реализуется в том или ином виде клеточной активности. (По О. Иверсену, 1969, с изменениями.)

ставленных с этой целью опытах при введении экзогенного кейлона из одноименных тканей отмечалось значительное подавление митотической активности и увеличение скорости отмирания опухолевых клеток. Некоторые типы опухолей, например

меланомы и гранулоцитарная хлоромы, в ряде случаев исчезали полностью, в ряде случаев — частично. Излеченные животные кейлоном животных жили более года и нормально размножались.

Серьезные основания для оптимистического взгляда на кейлонную терапию опухолей создаются результатами экспериментов с гранулоцитарной лейкемией. Прививка лейкемических клеток крысам двухнедельного возраста неизбежно завершается гибелью животных примерно через 12 дней. При этом никогда не наблюдается спонтанных ремиссий в опухолевом росте. Повторные инъекции бычьего гранулоцитарного кейлона в течение 3—4 недель привели к значительному удлинению жизни опытных животных, а в 9 случаях из 40 к полному излечению.

### Перспективы применения кейлонов

Многие исследователи скептически относятся к возможности такого практического использования кейло-

нов, полагая, что в процессе естественного отбора опухолевых вариантов свободно размножающиеся клетки утрачивают способность воспринимать сигналы управления. Однако вполне возможно, что у некоторых, даже злокачественных, опухолей такая способность сохраняется достаточно долго. Во всяком случае, современное состояние проблемы рака таково, что тщательная проверка этой сравнительно простой возможности совершенно необходима.

Широкое применение кейлонов для искусственного управления клеточным составом пролиферирующих тканей, конечно, дело будущего. Пока что перед исследователями стоит слишком большое число нерешенных проблем относительно химической структуры и свойств кейлонов, конкретного механизма их действия на клетку, молекулярных механизмов контроля над синтезом и транспортом кейлонов и, наконец, природы и организации всех звеньев многоконтурной системы тканевой регуляции. От детальной экспериментальной разработки этих вопросов несомненно зависит прогресс в познании закономерностей нормального и опухолевого роста тканей.

Фронт исследований кейлонного механизма расширяется исключительно быстрыми темпами. После первого собрания членов Международного кейлонного клуба (Осло, 1968) состоялась ряд международных конференций по этой проблеме и специальное заседание VI совещания Европейской группы по изучению клеточной пролиферации (Москва, сентябрь 1973). Рост числа экспериментальных и теоретических работ позволяет ждать от этого направления современной биологии много интересных обобщений и перспективных результатов.

# Птичий остров

Н. Н. Герасимов



*Николай Николаевич Герасимов, начальник Отдела охраны и воспроизводства фауны Камчатского управления охотничье-промыслового хозяйства. Орнитолог. Автор статей по фауне, экологии и вопросам охраны птиц Камчатки.*

Восточное побережье Карагинского о-ва ранее не посещал ни один орнитолог. Нам первым посчастливилось увидеть и нанести на карту десятки больших и малых птичьих «базаров», населенных сотнями тысяч птиц: чаек, чистиков, бакланов. В этом очерке рассказывается лишь об одной, на наш взгляд, наиболее замечательной из открытых нами, птичьей колонии, владеющей маленьким островом.

Птичий... С таким названием на Камчатке можно найти с десяток островов или просто заселенных пернатыми скал. А тот, о котором мы собираемся рассказать, это даже не остров, а небольшой островок, спрятавшийся от Камчатки за огромным островом Карагинским. Там и поднимается он из моря в километре от восточного берега своего «старшего брата». Кажется даже, что он очень старается быть похожим на него: так же сортирован по странам света, имеет те же очертания, восточные скалистые берега его тоже заселены бакланами и моевками. Только все это в миниатюре: длина островка около 350, а наибольшая ширина — до 100 м. И еще, на беду своих «хозяев», он сверху ровный, как стол. Хотя островок этот очень мал, но для нас он имеет свою историю покорения.

Началось с того, что в 1966 г., во время первого нашего посещения Карагинского о-ва, коряк М. Котлов подарил мне для моей коллекции яйцо чайки. Окраска его была обычной: по серовато-оливковому полю разбросаны бурые пятна. Зато размеры яйца (81,3 мм × 55,8 мм) показали мне необычно внушительными, а по весу (132,6 г) оно было тяжелее яйца тифота М. Я. Жилина.

хокеанского орлана (*Haliaeetus pelagicus* Pall.)! Яйцо чайки было взято с о. Птичьего.

От с. Ягодного по воде до него (хоть в обход мыса Голенищева на севере, хоть Крашенинникова — на юге) минимум 120 км, из них половина по неизвестной и потому пугающей нас океанской стороне. Тем не менее, я и мой напарник по островным скитаниям — Ю. Воропанов решили во что бы то ни стало достичь его — мы «заболели» островом Птичьим. Правда, моя болезнь оказалась хронической: я на всю жизнь полюбил все связанное с Карагинским о-вом.

Моторная лодка, бывшая в нашем распоряжении, — транспорт, откровенно говоря, не для путешествий вдоль скалистых океанских побережий. По незнакомому, утыканному скалами и подводными рифами, восточному побережью Карагинского о-ва нам нужно было пройти километров 60—65. В первый раз мы преодолели лишь 9 из них и едва успели дойти до реки Акановая, впадающей в бухту Северную: разыгрался шторм, и мы были вынуждены вернуться.

В 1968 г. мы прошли километров на 20 дальше — до реки Оскарывая. Решимости бороться с океаном у нас оставалось дня на два. Но все два дня восточное побережье Карагинского о-ва было упаковано в вату густого тумана. Мы вернулись.

Наконец, в 1970 г. мы подготовились к путешествию более основательно. Наша «комплексная зоологическая экспедиция», как мы ее называли, была представлена тремя членами: Н. П. Бондырев, районный охотвед охотнадзора, он же — капитан,



*Тихоокеанские чайки решают пограничный конфликт на о. Птичьем.*

обследовал лежбища морского зверя и знакомился с границами будущего заказника по охране птиц на Карагинском о-ве; М. Я. Жилин, журналист и большой любитель природы, которого влекла на остров надежда найти если не самое стеллерову корову, то хотя бы следы ее недавнего там пребывания; и, наконец, автор этой статьи очень рассчитывала встретить на о. Птичьем каких-нибудь редчайших птиц, жаждал открытий.

За два часа мы прошли 50 км вдоль восточного побережья. Я знал, что здесь еще не бывал ни один орнитолог и, чувствуя себя «первооткрывателем», торопился внести все увиденное в свой дневник. Шли мы мимо птичьих «базаров» с тысячным населением бакланов и чаек, видели сотенные «табуны» слетающих сюда на линьку гаг — тихоокеанской (*Somateria mollissima* L.) и стеллеровой (*S. stelleri* Pall.), а также камешков

(*Histrionicus histrionicus* L.). С обнажившихся в отлив камней при нашем приближении с шумом бросались в воду сотни нерп. В одном месте, а именно в устье реки Калелаграваям, мы спугнули с берега несколько десятков гаг. Из-за камня, метрах в пяти от того места, где они отдыхали, разочарованно поднялась лисица: завтрак на сегодня был непредвиденно испорчен.

Прошли облепленный бакланами и чайками мыс Плоский. На протяжении следующих 15 км я едва успевал зарисовывать берег и наносить на него условные обозначения: виды и число гнездящихся птиц. Обогнув мыс Кекурный, через фарватер, отлично угадывавшийся по отливу, зашли в бухту Комаровскую. Зашли всего на полчаса: попить чаю. Собирая на берегу дрова, кто-то из нас вдруг увидел, как метрах в двухстах в бухте вырос и медленно погрузился в воду огромный лоснящийся плавник. Косатка!...

Весь день мы фотографировали птиц на богатейшем птичьем базаре,

растянувшимся не менее чем на 5 км от р. Комаровской до мыса Ровного. Плавник весь день то появлялся, то вновь исчезал и все на одном и том же месте.

Утром следующего дня, быстро уложив в лодку рюкзаки и взглянув перед выходом из устья на море, мы увидели... три плавника: к огромному вчерашнему добавились два маленьких.

Мы по очереди вспомнили и обсудили все, что слышали об этих «тиграх морей». Мне, например, рассказывали знакомые вулканологи — И. В. Флоренский и Н. А. Храмов, работавшие здесь в 1966 и 1967 гг., что они не однажды встречались далеко от берега со стаями косаток. Нужны крепкие нервы, чтобы вынести эту встречу с режущейся вокруг ненадежной лодочки, да еще при 3—4-балльной волне, стайей исполинов. И все-таки косатки ни разу, даже слегка, не коснулись их лодки.

Утром 8 июля было тихо, небо посерело. Едва дождавшись прилива, далеко за полдень мы, наконец, вы-

шли из устья Яклегриваям. И хотя мы не совсем удачно прошли один из «баров», образующихся в устье реки при столкновении двух встречных течений, и вода через ворот свитера добралась у меня уже до самых стелек, я совершенно не обращал на это внимания: к нам стремительно приближался остров Птичий!

Над островом бушевала «снежная буря» — не менее 1,5—2 тыс. крупных тихоокеанских чаек (*Larus schistisagus Stejn.*) одновременно поднялись в воздухе, заметив наше приближение. Подходим ближе, еще ближе... И вдруг с берега островка прямо в нас выстрелили залпом трассирующих снарядов! За залпом последовала беспорядочная частая пальба. Черные с яркими красно-желтыми головками снаряды стремительно неслись на нас, но перед самой лодкой вдруг сворачивали в сторону, смешно растопырив красные лапы. Это сотни и сотни топорков (*Lunda cirrhata Pall.*) одновременно по какому-то паническому сигналу бросились навстречу «врагу». И вот уже кружит над нами бесконечная карусель: сотни топорков летят по кругу с диаметром в несколько десятков метров, эпицентром которого служит наша лодка. Переполах у птиц усиливается по мере нашего приближения к острову. Высадка на пляже западного берега была встречена десятком взрывов серого пуха — не выдержали гаги и прямо с гнезда, сбрасывая собственные яйца, поднялись на крыло.

Да, человека здесь безусловно знали и никаких иллюзий в отношении гостей хозяева не питали. Но мы приехали сюда с определенной программой работ и торопились: Бондырев ловил и кольцевал чайчат, я занялся измерением гнезд и яиц гаги. Так как стеллеровой коровы вблизи не оказалось (1), наш журналист М. Я. Жилин переключился на фотографирование других обитателей этого маленького государства.

Первыми с нашим вторжением смирились чайки. Взрослых тихоокеанских чаек здесь было не менее 2,5 тыс. и все, как одна, в крахмальных белоснежных сорочках и темных фраках. Ни одной серой неполовозрелой особи в этой колонии мы не обнаружили. Уже опустившись

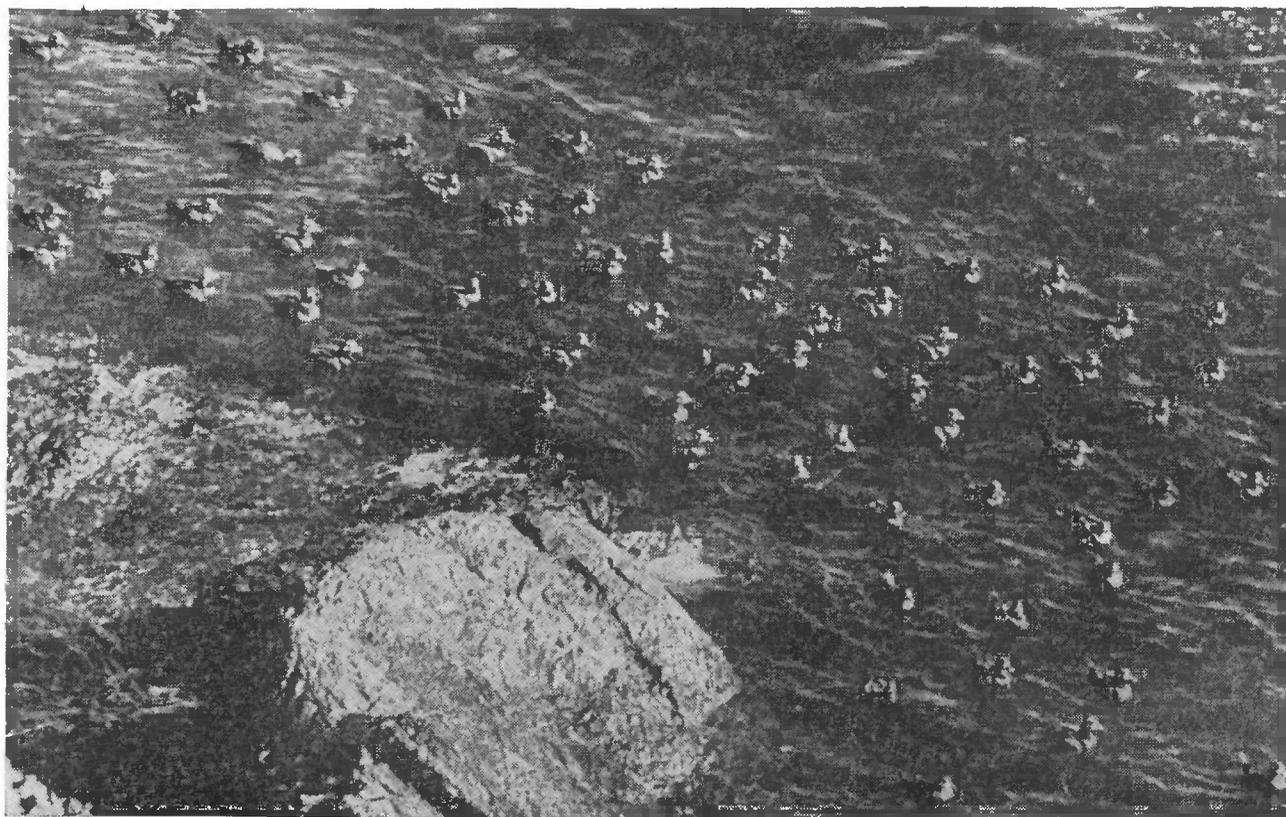
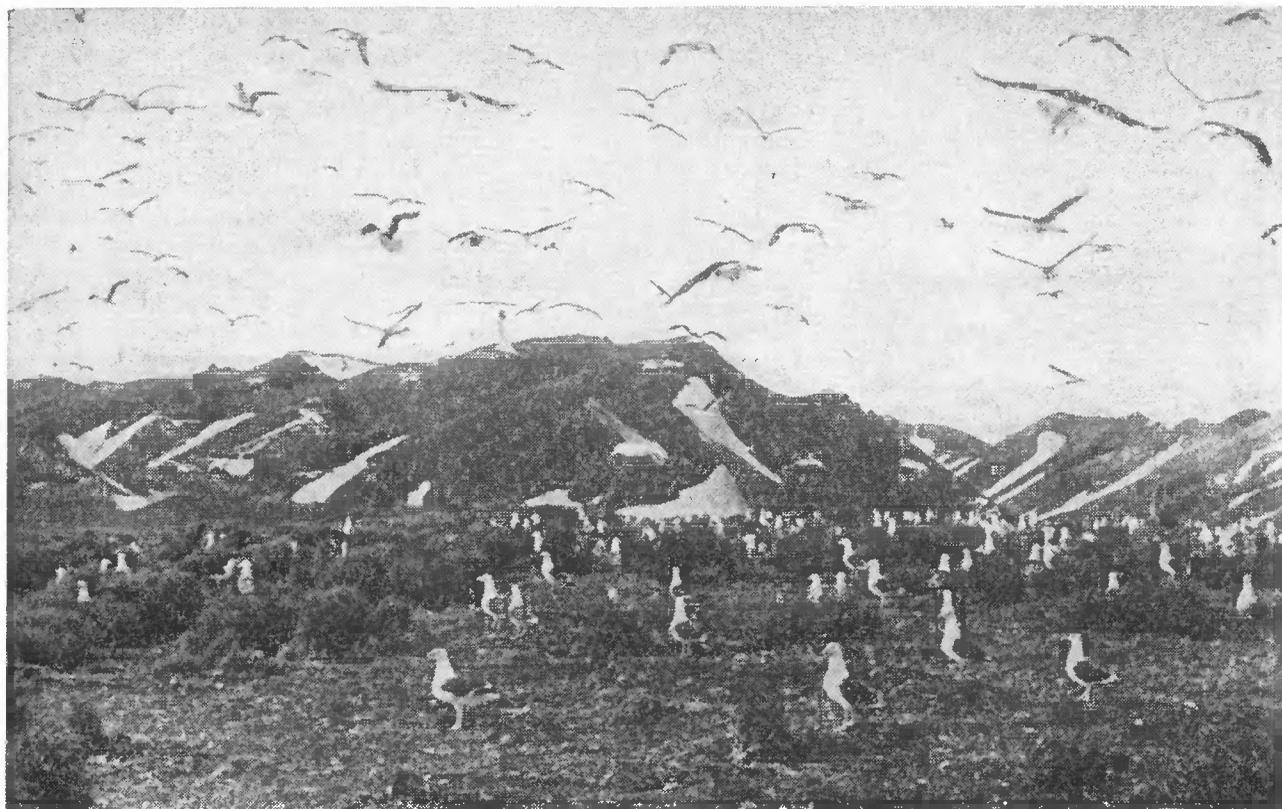
на землю, птицы еще что-то выкрикивали в наш адрес, но потом житейские дела брали верх: чайки начали ревниво осматривать свои, судя по всему, очень мизерные владения. В колонии тихоокеанской чайки птицы постоянно живут в состоянии военного перемирия. Стоящая обычно у гнезда и с презрительной гордостью поглядывающая по сторонам чайка, — это самая ярая поборница частной собственности. На гнездовой участок допускается только второй член семьи. Стоит одному из соседей при посадке промахнуться на сантиметр-два и оказаться на чужой территории, куда исчезает величавость хозяина попранной территории! Он сразу же бросается бить мнимого захватчика и почти обязательно, увлекшись, переступает границу и сам бывает бит. Как птицы различают границы своих гнездовых участков, для меня пока остается загадкой. Ясно одно, что в гнездовой колонии чаек существует строгий порядок, правила общежития здесь должны соблюдаться неукоснительно.

По нашим подсчетам, в этом году о. Птичий пополнит поголовье Карагинской популяции чаек 1500—1700 молодыми птицами (это после гибели слабых и больных). Массовое появление на свет птенцов здесь приходится на первую декаду июля. 8 июля по острову бегало не менее 7—8 сотен чайчат, а часть еще не окрепших сидела в гнездах, и приблизительно треть всего приплода колонии терпеливо ожидала своего часа под скорлупой яиц.

Меня всегда поражает вдумчиво-высокомерный вид птенцов тихоокеанской чайки, которым всего-то три дня от роду. Это какая-то врожденная «царственность» осанки, поневоле вызывающая уважение. Тем не менее, невзирая на пронзительный крик родителей, мы через некоторое время все трое ловим царственных отпрысков, надеваем им на ноги кольца и отпускаем, поздравляя с приобщением к науке. Поднявшийся восточный ветер спасает нас от обстрела: сверху беспрестанно несутся залпы белого дождя. Удивляет то, что птицы «обстреливают» нас именно залпами, а не беспорядочно. Интересно, по какой команде это дела-

*Колония тихоокеанских чаек на о. Птичьем. На заднем плане видны сопки Карагинского п-ва.*

*Каменухи «строят» проплываю вдоль берегов острова.*



ется? Несколько раз около наших ног плюхаются и более тяжелые снаряды: прилетевшие с кормом для птенцов чайки отпрыгивают его довольно прицельно. Так мы знакомимся с одним из способов биологической защиты чайчьей колонии.

Мы не хотели вреда ни самим чайкам, ни, тем более, их симпатичным потомкам. И все же стали виновниками гибели более чем десятка юных жизней. Беда в том, что испуганные птенцы, разбегаясь от нас, пытались спрятаться в чужих гнездах. Иногда за этим следовало два сильных удара клювом: в крестец и в место сочленения головы с позвоночником. Первый удар парализует, второй почти наверняка убивает. К счастью, в колонии, видимо, не так уж много злых взрослых птиц, но все же они есть — убитые птенцы были на нашей совести, и это значительно испортило наше, поначалу такое хорошее, настроение.

Вся поверхность острова, где есть почвенный слой и хотя бы незначительный уклон, изрыта норами топорков. Нор здесь явно более тысячи. Интересно, сколько в них живет птиц? 600—700 штук решили мы поначалу, так как более 250—300 топорков одновременно увидеть нам никак не удавалось. (Здесь я должен оговориться, что очень трудно точно прикинуть на глаз количество птиц, когда одновременно видишь несколько десятков, а тем более сотен.)

Улетевшие при нашей высадке топорки мало-помалу начали возвращаться. Все ближе и ближе около нас стали садиться птицы. Это не значило, что в их глазах мы становились симпатичнее: в сильно насиженных яйцах при переохладении могла угаснуть жизнь, и инстинкт гнал птиц, против желания, в наше общество. Прилетевший к гнезду топорок, увидев нас в непосредственной близости от норы, с нетерпением переминался с ноги на ногу и смотрел на нас белыми глазами, как бы говоря: «Скорей бы вы убрались отсюда!» Торопливо достать, замерить, вернуть на место яйцо и, не задерживаясь, перебираюсь подалее метров на пять. Птицы тотчас же ныряют в свои норы.

Мне не однажды приходилось слышать рассказы охотников о том, что

топорок, сидящий на гнезде, спасая от человека свою жизнь, выкатывает ему свое яйцо. Мы этого не заметили. На Птичьем нам пришлось наблюдать совсем другой, поразивший и взволновавший нас эпизод. Застав в норе топорка, мы решили его окольцевать. Птица против обыкновения не пыталась даже улететь. Нора была неглубокой, по очереди заглянув в нее, мы увидели, что топорок, лежа грудью на яйце, уперся в пол носом и только как-то уж больно горестно вздыхал. Я просунул руку в нору и попытался столкнуть птицу с яйца. Топорок еще сильнее прижал его грудью и даже не пытался ущипнуть за незащищенную руку, что в подобной ситуации не преминули бы сделать сотни других его сородичей. Мы оставили храбрую птицу в покое, поспешили уйти подалее от норы.

Так сколько все-таки на острове топорков? Об этом я узнал только на другое утро. Рассматривая островок в сильный бинокль, я был искренне удивлен, когда увидел, что он буквально весь усыпан топорками. Птицы, торжественно стоя у своих нор, встречали солнце. Они напоминали ночную смену шахтеров, вышедших из шахт, но забывших потушить фонари — так ярко горели их удивительные красно-желтые носы. Трижды пересчитал я птиц: 1700 штук — это только на западной стороне островка. Думаю, что всех их было не менее трех тысяч. Так вот кто оказался истинным хозяином острова Птичьего!

Гнездовье тихоокеанской гаги на Птичьем, по-видимому, уникально. Не часто даже на нашей необжитой Камчатке можно на столь ограниченной площади найти сразу двадцать гнезд этих птиц. Гаги очень осторожны — они так и не вернулись к своим гнездам, пока мы были на острове. Быстро сделав необходимые промеры, я снова тщательно закрывал пухом кладку и спешил дальше. Гнезда располагались открыто, в траве или под навесом камней. Иногда края двух гнезд соприкасались. Тут же рядом располагались гнезда тихоокеанской чайки. Интересно, что материал для гнезд этих двух видов иногда почти не отличим — в чайчьих гнездах нередко встречается пух гаги. В одном из гнезд с семью яйцами гаги вось-

мым лежало чайчье. Одинаковое по размерам и незначительно отличающееся по форме, оно резко выделялось своей рябой окраской. Однако гагу это, по-видимому, не смущало, и она добросовестно насиживала приемыша. Недалеко в гнезде чайки с двумя собственными яйцами лежало третье — гагачье. В другом гнезде мы тоже обнаружили смешанную кладку, состоящую всего из двух яиц.

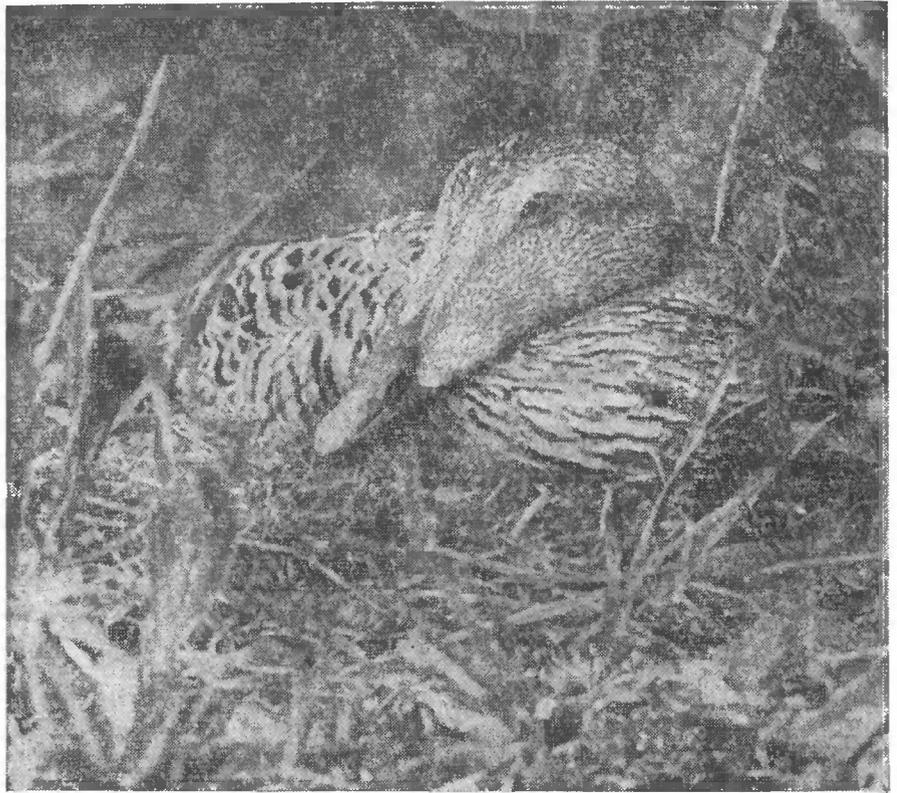
Были и другие интересные находки. В одном из покинутых гнезд тихоокеанской чайки наше внимание привлекла большая разница в размерах двух лежащих там яиц. Меньшее, как оказалось, совсем не содержало желтка. В одном из гнезд берингова баклана (*Phalacrocorax pelagicus* Pall.) — их на острове гнездились что-то в пределах 180—200 голов, кладка состояла из трех пустых яичных оболочек. Они были очень мелкими, почему мы и обратили на них внимание.

Кроме этих четырех видов мы встретили на Птичьем единично гнездящихся моевок (*Rissa tridactyla* L.), две-три пары белых трясогузок (*Motacilla alba* L.), одного чистика (*Serphus columba* Pall.) и, как ни странно, самку шилохвосты (*Anas acuta* L.).

Птичий остров оказался для меня истинным кладом. Даже на Карагинском трудно найти еще столь насыщенный птицами и потому очень привлекательный для орнитолога уголок. За три часа пребывания на острове мы сделали сравнительно многое, но выполнили лишь незначительную часть намеченной программы работ. Следовательно, необходимо было посетить остров еще раз. Но нам пришлось ожидать прилива почти сутки.

Чем бы я ни занимался эти сутки, мысли мои вновь и вновь возвращались к стынущим кладкам гаг, заклеванным по нашей вине чайчатам, проваливающимся с каждым шагом норам топорков, в ушах моих звучали их горестные вздохи. Не слишком ли велики жертвы и так ли их «требует наука»? Я еще не знал, что моих спутников мучили те же думы. И когда на другой день Николай Павлович Бондырев как-то подавленно спросил меня, когда собираться на остров, я ответил, что мы больше туда не поедем.

*Единственная гага, выдержавшая наше присутствие на острове и не покинувшая гнезда.*



И все трое облегченно вздохнули, приняв это решение.

В ожидании закона о заповедании, на остров перестали наведываться сборщики яиц. Но зато все увеличивающаяся армия «искателей экзотики и сувениров» ежегодно совершает свои набеги на остров Карагинский и скоро может добраться до Птичьего. И сейчас уже люди, вооруженные фото- и киноаппаратурой (пилоты, геологи, геодезисты) ежегодно сажают там свой вертолет. Когда я представляю, как эти «любители» равнодушными ногами шагают по гнездам топорков с птенцами, ловят чайчат и фотографируются с ними, улыбаясь в объектив, я очень понимаю героя книги Г. Биллинга «Один в Антарктиде» — Форбеша. Он, в течение нескольких месяцев в одиночестве изучавший жизнь пингвинов, встретил первых прилетевших к нему людей негодующим выкриком: «Идиоты несчастные!» Это были вертолетчики, посадившие свою машину на гнездовье пингвинов. Я бы сказал то же самое тем, кто ежегодно сажает вер-

толеты на маленькую, но неповторимую точку нашей Родины — остров Птичий. Четыре года потребовалось нам для того, чтобы добраться до острова, который не посещал до нас ни один зоолог. Зато вертолету с равнодушными к нашей прекрасной природе людьми достаточно нескольких минут, чтобы при посадке убить десятки птенцов и еще раз закрепить в памяти птиц панический страх перед человеком.

Еще в 1914 г. академик И. П. Бородин писал: «Мы являемся обладателями в своем роде единственных сокровищ природы. Это такие же уникалы, как картины, например, Рафаэля,— уничтожить их легко, но воссоздать нет возможности».

И мы не имеем права этого забывать<sup>1</sup>.

✱

Пока печаталась эта статья, в развитие конвенции по охране перелетных и редких птиц и среды их обитания,

решением Камчатского облисполкома вся площадь Карагинского о-ва, включая двухкилометровую прибрежную морскую полосу, объявлена заказником по охране птиц. В территорию заказника вошел и маленький островок Птичий. Хозяевами его отныне будут только птицы, а мы, орнитологи, будем посещать его лишь изредка и в наиболее удобное для них время.

УДК 593.2/9

# Заурядно ли наше место во Вселенной?

И. Д. Караченцев

Кандидат физико-математических наук



*Игорь Дмитриевич Караченцев, заместитель директора и руководитель отдела внегалактических исследований Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. Автор работ, посвященных анализу структуры и динамики систем галактик.*

До Коперника на вопрос о месте Земли во Вселенной обычно отвечали: Земля — центр мироздания. И ссылались при этом на очевидность, здравый смысл. Коперник поместил Землю в ряд с другими планетами Солнечной системы, совершив выдающийся переворот в представлениях о мире. С тех пор мысль Коперника о нецентральной позиции земного наблюдателя была развита и продолжена: стало ясно, что ни Солнце среди звезд, ни наша Галактика среди других галактик не занимают предпочтительного, выделенного положения. Равноправность любых точек пространства во Вселенной стала универсальным космологическим принципом. На этом принципе, в частности, основана гипотеза о существовании внеземных цивилизаций.

Рассуждая о невыделенности земного наблюдателя, мы должны иметь в виду не только геометрическое положение, но также и всевозможные характеристики Земли, Солнца и Галактики среди других космических объектов. За пять столетий после эпохи Коперника астрономы накопили много наблюдательных данных; основываясь на них, можно проверить справедливость принципа Коперника более детально.

Но прежде чем сравнивать характеристики Земли, Солнца и Галактики с характеристиками других планет, звезд и галактик, обратим внимание на следующее важное обстоятельство. Мы знаем, что жизнь на Земле существует уже более 2 млрд лет и за это время ее не прерывали, очевидно, никакие космические катастрофы. Однако катастрофические явления (вспышки Новых, Сверхновых,

взрывы в ядрах галактик и т. д.) во Вселенной не редкость. Пребывание вблизи эпицентров катастроф было бы несовместимо с фактом нашей миллиарднолетней истории; превращение первичного «бульона» в цивилизацию мыслящих существ должно протекать в одной из «тихих заводей» Вселенной. Естественно, проверяя гипотезу о том, насколько типичны различные признаки Земли, мы обязаны принять во внимание экологические соображения.

Представим себе такую ситуацию: пусть все планеты Солнечной системы движутся по очень вытянутым орбитам, а Земля обращается по круговой. Сопоставив эксцентриситет земной орбиты со средним по другим планетам, мы могли бы заключить, что Земля обладает уникальным признаком — нулевым эксцентриситетом орбиты и этим выделена среди остальных планет. Но указанное различие означало бы, что на планетах, движущихся по вытянутым орбитам, происходят губительные для жизни перепады температуры, и жизнь на таких планетах, вероятно, не смогла бы развиваться.

Подобные умозрительные примеры астрономы рассматривают, когда пытаются выделить класс звезд и планет, где условия для развития жизни непригодны. Такие объекты (например, двойные звезды, в системе которых планетные орбиты, как правило, неустойчивы) обычно исключают из списка кандидатов на поиски возможных сигналов внеземных цивилизаций.

Итак, если мы обнаружим, что по некоторому признаку наша Земля (Солнце, Галактика) резко отличает-

с от других планет (звезд, галактик), то это еще не означает, что место Человека во Вселенной является выделенным, предпочтительным, — просто некий нетипичный признак Земли (Солнца, Галактики) мог оказаться очень важным (или даже необходимым) для возникновения и эволюции жизни на Земле.

Многие убеждены, что наша цивилизация во Вселенной не одинока: в разнообразных «экологических нишах» Вселенной должны существовать различные формы жизни, в том числе высокоразвитые цивилизации, способные к межзвездным контактам. Густо ли заселен космос разумной жизнью или же расстояния между цивилизациями очень велики и превышают сотни, тысячи световых лет? Вот уже более десяти лет астрономы вслушиваются в «шепот» Вселенной и пока не обнаружили сигналов внеземных цивилизаций. Если жизнь во Вселенной редка и если формы внеземной разумной жизни близки к нашей, то анализ уникальных признаков Земли (Солнца, Галактики) может подсказать нам, от каких объектов в первую очередь следует ожидать сигналов искусственного происхождения. Конечно, те уникальные признаки Земли, которые могли оказаться решающими для зарождения белковой формы жизни, не обязательно должны благотворно влиять на ход эволюции других разумных миров. Пока что мы слишком мало знаем о возможном разнообразии форм жизни и даже о нереализованных путях развития нашей, земной цивилизации.

Будем помнить об этих замечаниях и начнем последовательно рассматривать различные характеристики Земли, Солнца, Галактики, сопоставляя их с соответствующими средними характеристиками планет, звезд и галактик. Чтобы количественно оценить уникальность какого-нибудь признака земного наблюдателя, нам необходимо вычислить кроме средних характеристик планет (звезд, галактик) также и дисперсии (разброс) этих характеристик для данной совокупности объектов. Рассуждения будем вести, привлекая сведения из теории вероятностей. Рассмотрим, например, величину эксцентриситета земной орбиты  $e_0 = 0,0168$ ; среднее значение экс-

центриситета для других планет солнечной системы составляет  $\bar{e} = 0,0891$  со средним квадратичным разбросом  $\sigma_e = 0,0880$ . Отклонение данного признака Земли от среднего для планет  $|e_0 - \bar{e}| = 0,0713$  не превышает по абсолютной величине типичного отклонения  $\sigma_e$ .

Следовательно, у нас нет оснований считать форму земной орбиты существенно отличной от формы орбит других планет. Такие основания появились, если бы величина  $|e_0 - \bar{e}|$  значительно превосходила среднее квадратичное отклонение  $\sigma_e$ . Составив отношение величин  $|e_0 - \bar{e}|/\sigma_e = \alpha$ , мы можем оценить вероятность  $p$  больших отклонений  $\alpha$ . Согласно теореме Чебышёва, вероятность отклонения на величину большую или равную  $\alpha$  меньше, чем  $\alpha^{-2}$ . Например, вероятность отклонения от среднего на  $3\sigma$  (т. е. на  $\alpha = 3$ ) меньше  $1/9$ . Отсюда произошло известное в статистике «правило трех сигм»: отклонение данной величины от среднего значения, превосходящее среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  более чем в три раза, принято считать маловероятным. Поступим и мы таким же образом. Условимся считать все характеристики Земли с вероятностями их отклонения от среднего  $p \leq 0,10$  нетипичными, уникальными характеристиками. Такой подход позволяет единообразно сопоставлять самые разные величины и выделять среди них редкие, маловероятные.

Воспользуемся теперь астрономическим справочником<sup>1</sup> и оценим для каждой характеристики Земли как планеты (обозначив ее  $x_0$ ) величины:

$$\bar{x}; \alpha = |x_0 - \bar{x}|/\sigma_x; p < \alpha^{-2}.$$

Сводка этих данных представлена в таблице, при составлении которой использованы сведения, имеющиеся в учебнике звездной астрономии<sup>2</sup>.

Перейдем к более высокой структурной организации космических объектов и сопоставим различные характеристики Солнца  $x_0$  со средними характеристиками других звезд Галактики  $\bar{x}$  (соответствующие данные определены астрономами сравнитель-

но надежно). Для таких характеристик, как принадлежность Солнца к некоторому типу объектов, вероятность  $p$  означает частоту встречаемости звезд с данным признаком.

Следующий этап — сравнение характеристик нашей Галактики со средними характеристиками других галактик (здесь автор использовал в основном результаты своих работ). Наконец, еще одна иерархическая ступень: сопоставим Местную группу галактик с другими системами.

Мы замечаем, что с переходом к системам все большего масштаба количество наших знаний о них резко уменьшается. Продолжается ли лестница космических структур дальше? На этот вопрос мы не имеем пока обоснованного ответа.

Прежде чем анализировать данные таблицы, сделаем несколько критических замечаний. Во-первых, не все величины в таблице измерены с одинаковой точностью. Во-вторых, некоторые средние характеристики планет, звезд и галактик нередко подвергаются пересмотру: их оценки могут измениться, например, с открытием новых объектов. И, наконец, существует еще ряд свойств астрономических объектов (наличие у планет магнитосферы, различные свойства ядер галактик и т. д.), которыми можно было бы дополнить таблицу, однако количественных данных об этих характеристиках еще слишком мало, чтобы провести статистические оценки.

Итак, примем вероятное условие  $p \leq 0,10$  и будем считать, что характеристики земного наблюдателя, удовлетворяющие этому значению, относятся к исключительным и выделяют нас из общей совокупности объектов данного класса. Таких параметров в таблице четыре (оценки  $p$  для них подчеркнуты). Рассмотрим каждый из них внимательнее.

**Суммарная масса спутников в долях массы планеты.** Земля как планета обладает относительно самым массивным спутником. На этот факт уже давно обратили внимание. Согласно оценке вероятности  $p$ , мы можем ставить 500 против 1 в пользу того, что такая особенность Земли среди других планет небезразлична для возникновения разумной жизни. Известно, что вследствие гравитационного воз-

<sup>1</sup> К. У. Аллен, *Астрофизические величины*. М., ИЛ, 1960.

<sup>2</sup> *Курс астрофизики и звездной астрономии* (под ред. А. А. Михайлова). М., 1962.

Таблица

Сравнение характеристик Земли, Солнца, Галактики, Местной группы галактик ( $x_0$ ) со средними характеристиками планет, звезд, галактик, систем галактик ( $\bar{x}$ )

Характеристика	$x_0$	$\bar{x}$	Относит. отклоне- ние $\alpha$	Вероят- ность $p$
<b>Земля и планеты</b>				
Большая полуось орбиты планеты (а. е.)	1	13,3	0,82	$\leq 1$
Эксцентриситет орбиты	0,0168	0,0891	0,81	$\leq 1$
Масса планеты	1,00	55,9	0,50	$\leq 1$
Удельная плотность планеты (г/см <sup>3</sup> )	5,52	3,03	1,40	$\leq 0,51$
Сжатие планеты	0,0034	0,0486	1,24	$\leq 0,65$
Наклон экватора планеты к плоскости ее орбиты (°)	23,4	36,4	0,36	$\leq 1$
Альбедо планеты	0,34	0,35	0,05	$\leq 1$
Показатель цвета планеты	0,2	0,71	1,94	$\leq 0,27$
Число спутников планеты	1	4,3	0,70	$\leq 1$
Суммарная масса спутников в долях массы планеты	0,0123	0,00057	22,40	0,0020
<b>Солнце и звезды</b>				
Абсолютная величина звезды	+4,77	+12,12	2,18	$\leq 0,21$
Пекулярная скорость звезды (км/сек)	19,5	0	0,50	$\leq 1$
Высота над плоскостью Галактики (пс)	15	0	0,42	$\leq 1$
Расстояние от центра Галактики (кпс)	7,5	7,9	0,07	$\leq 1$
Принадлежность Солнца к I типу населения	—	—	—	0,10
Принадлежность Солнца к одиночным звездам	—	—	—	0,30
<b>Наша Галактика и другие галактики</b>				
Абсолютная величина Галактики	-19,7	-15,9	2,64	$\leq 0,143$
Линейный диаметр Галактики (кпс)	25	3,66	4,35	0,053
Расстояние от центра Местной группы (кпс)	243	470	0,87	$\leq 1$
Принадлежность Галактики к типу спиральных	—	—	—	0,72
Принадлежность Галактики к системе галактик	—	—	—	0,67
<b>Местная группа галактик и другие системы галактик</b>				
Число скоплений в сверхскоплениях галактик	3	2,1	0,40	$\leq 1$
Принадлежность Местной группы к типу стационарных систем	—	—	—	0,04

мущения, оказываемого массивным спутником, в морях и океанах планеты образуется приливная зона. Первичная жизнь, зародившаяся под броней водной толщи, получила возможность выбраться через зону приливов на сушу и двинуться дальше по пути эволюции ускоренными темпами. Такие представления о решающей роли Луны в развитии жизни на Земле уже обсуждались в научной

литературе. Мы полагаем, таким образом, что другие цивилизации предпочтительно искать на планетах с массивными спутниками.

**Принадлежность Солнца к I типу звездного населения Галактики.** Среди звезд нашей Галактики доля тех, что входят в плоскую подсистему (I тип), составляет примерно  $p=0,10$ . В отличие от звездного населения сферической подсистемы (II тип) эти

звезды и Солнце движутся по орбитам, близким к круговым, и поэтому не проникают в околоядерную область Галактики, где происходят взрывные процессы. Весьма вероятно, что постоянное пребывание звезды на большом удалении от опасной зоны ядра существенно необходимо для сохранения жизни на планетах этой звезды<sup>1</sup>. Поскольку в эллиптических галактиках звезды движутся по очень вытянутым орбитам, не исключено, что эти галактики могут оказаться пустынными, безжизненными островами Вселенной. В таком случае при поисках сигналов от других цивилизаций нам следует ограничиться классом спиральных галактик.

**Линейный диаметр Галактики.** Солнце принадлежит к звездной системе, значительно превосходящей среднюю галактику по своим размерам: только у 5% галактик линейные диаметры больше 25 кпс. Но было бы поспешным заключать из этого, что мы находимся в исключительной звездной системе. Взглянем на ситуацию с другой стороны. Чем больше размеры галактики, тем больше в ней звезд и тем вероятнее для Солнца оказаться в их числе. Смешаем мысленно все звезды разных галактик и станем наугад выбирать ту или иную звезду. Расчет, основанный на распределении галактик по числу звезд, показывает, что с вероятностью  $p=0,29$  случайно взятая звезда будет принадлежать гигантской галактике, диаметр которой больше или равен диаметру нашей звездной системы. Следовательно, малая вероятность нашего нахождения в гигантской галактике является кажущейся и не требует особых экологических объяснений.

**Принадлежность Местной группы галактик к типу стационарных систем.** Известно, что большая часть галактик входит в группы и скопления. Наша Галактика не составляет исключения. У большинства изученных систем галактик отношение кинетической энергии системы к абсолютной величине ее потенциальной энергии существенно превосходит ожидаемое для ста-

<sup>1</sup> Существуют и другие объяснения вероятности возникновения жизни, связанные с различием в химическом составе и возрасте звезд I и II типов населения.

ционарных систем отношение, равное  $1/2$ . Считая, что группы и скопления, у которых это отношение много больше 1, нестационарны и распадаются, мы получаем оценку возраста (времени распада) этих систем всего лишь  $10^8 - 10^9$  лет.

Итак, возраст большинства распадающихся систем галактик заведомо меньше времени существования жизни на Земле! Поэтому неудивительно, что именно наша Местная группа галактик относится к редкому ( $p = 0,04$ ) типу стационарных систем: возраст Местной группы  $\sim 10^{10}$  лет оказался вполне достаточным для развития цивилизации. Важно отметить здесь, что некоторые астрономы пытаются объяснить наблюдаемый избыток кинетической энергии у систем галактик присутствием в этих системах больших масс невидимого вещества, которое способно обеспечить устойчивость систем. При этом возраст всех

систем галактик должен быть примерно одинаковым ( $\sim 10^{10}$  лет), но тогда выделенность Местной группы галактик (отсутствие в ней «скрытых» масс) становится совершенно необъяснимой.

Так как ближайшая к нам стационарная система галактик расположена довольно далеко, поиск следов внеземной жизнедеятельности разумно ограничить пока пределами Местной группы галактик<sup>1</sup>.

Итак, вернемся к исходному вопросу: заурядно ли наше место во Вселенной? Априорный положительный ответ на него является сутью космологического принципа Коперни-

<sup>1</sup> Конечно, нельзя исключить, что цивилизация может достигать «уровня контактов» за время эволюции меньше миллиарда лет; с другой стороны, возраст отдельных галактик в распадающейся системе иногда может превосходить характерное время распада системы.

ка. Однако эмпирическая проверка принципа Коперника, основанная на статистическом сравнении различных характеристик Земли и планет, Солнца и звезд, Галактики и других галактик, обнаружила ряд уникальных признаков, присущих земному наблюдателю на разных структурных этапах Вселенной. Дополняя принцип Коперника «экологической поправкой», мы можем сказать, что именно эти нетипичные признаки оказались необходимыми для существования жизни на Земле в течение нескольких миллиардов лет.

Автор надеется, что дальнейшее накопление наблюдательных данных и более глубокий и разносторонний анализ уникальных признаков земного наблюдателя может быть полезным при поисках «экологических ниш», заселенных внеземными цивилизациями.

УДК 523.11

## Подписаться на «Природу» можно с любого очередного номера

Подписка принимается без ограничений во всех пунктах «Союзпечати», в отделениях связи, почтамтах и у распространителей печати. Обо всех случаях отказа в подписке просим сообщать в Центральную контору «Академкнига» по адресу: Москва, Центр, Большой Черкасский переулок, 2/10.

Цена одного номера — 50 коп.

# Мифы против науки

Профессор С. Ф. Одуев



*Степан Федорович Одуев, доктор философских наук, профессор кафедры марксизма-ленинизма Академии общественных наук при ЦК КПСС. Работает преимущественно в области истории философии и критики современных буржуазных философских течений. Монографии: Реакционная сущность ницшеанства. М., 1959; Тропами Заратустры. М., 1971.*

Как замечает К. Маркс, буржуазные отношения в их внешних проявлениях, а следовательно, и в тех представлениях, при помощи которых буржуазный теоретик пытается уяснить себе эти отношения, решительно отличаются от их сущностного содержания; на каждом шагу подстерегает его мистификация<sup>1</sup>. Поэтому нет ничего удивительного в том, что, имея дело с отчужденной формой проявления общественных связей, подобный теоретик в той или иной мере — поскольку он не может отрешиться от буржуазной точки зрения — продолжает оставаться в плену этих иллюзорных, иррационально искаженных форм, в которых открывает ему свое лицо буржуазная действительность.

## Истоки современного мифотворчества

Бессилие буржуазного философа рационально объяснить мир растет вместе с обострением противоречий современного буржуазного общества и усложнением (нередко парадоксальным) научного знания. Из этого бессилия как раз и рождается кризис буржуазного сознания, которое часто пытается возместить свое теоретическое бесплодие мифотворчеством, претендующим отыскать в иррациональной символике мифа более или менее приемлемое объяснение тем феноменам социального бытия и парадоксам научного познания, которые на самом деле можно освоить

только средствами действительно научного анализа.

Стихийное влечение к мифотворчеству закрепляется классовым интересом. Революционные потрясения, движение многих стран к социализму побуждает буржуазного идеолога к поискам таких интерпретаций социальных структур и достижений науки, значение которых, если брать их объективный итог независимо от личных побуждений того или иного теоретика, состоит в том, чтобы связать представления о прошлом, настоящем и будущем человечества с роковой демонией воли, с непостижимой игрой иррациональных сил, преследующих буржуазного индивида на каждом шагу.

Мифы объявляются неотъемлемой частью человеческого бытия, первоэлементом человеческого сознания, формирующей интеллектуальную и эмоциональную сферы не только первого Homo sapiens, но и современного человека. Мифы часто рассматриваются в одном ряду с системно-логическим мышлением. «Миф и логика,— пишет, например, западногерманский философ М. Хохезанг,— в наше время являются взаимопересекающимися понятиями, смешение которых свойственно нынешнему ритму культурной жизни<sup>1</sup>. Миф, по его представлению, все больше и больше сливается с реальностью, поскольку де человечество исчерпало свои интеллектуальные потенции.

С исходной посылкой этого заключения можно было бы и согласиться,

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Собр. соч., т. 25, ч. II, стр. 398.

<sup>1</sup> M. Hochgesang. Mythen und Logik in 20. Jahrhundert. München, 1965, S. 42.

если бы речь шла о буржуазном обществе и массовом буржуазном сознании, которое обильно насыщается мифологическим содержанием. Достаточно сослаться на до сих пор бытующие мифы о свободе воли электрона, об исчезновении материи и т. д. или на мифы о народном капитализме, об обществе всеобщего потребления и т. п. Что же касается конечного вывода, здесь мы вторгаемся в область принципиально различных возможностей в развитии современной науки и техники и использовании их достижений в условиях капиталистического и социалистического строя.

Хохгезанг неодинок в апологетике мифотворчества: находится немало теоретиков, идеологов, воздающих хвалу мифу как важнейшему, а подчас и решающему компоненту в формировании любого мировоззрения. Из этого противопоставления истины, добытой научным путем, «истине», открываемой «самой жизнью», и возникает современный миф как понятие, противоположное науке.

Обратимся к теоретическим выкладкам известного австрийского философа Э. Топича. В основу своих выкладок Топич кладет положение одного из виднейших неокантианцев Э. Кассирера, согласно которому вещи существуют для человека лишь постольку, поскольку они вызывают в нем определенное возбуждение: надежду или боязнь, страстное желание или ужас, удовлетворение или разочарование<sup>1</sup>. Отсюда следует, что человеческому Я, поскольку оно открывает для себя лежащий вне его мир прежде всего эмоционально, через собственные ощущения, мир этот может являться лишь в неких субъективных образах, в символах, на чем и зиждятся мифы как форма самосознания человека, еще не выделившегося из окружающей среды и полностью отождествляющего себя с природой и родовой общиной, как фантастическое отражение действительности, в котором общая идея и чувственный образ совпадают. (В скобках заметим, что, согласно этим взглядам, и понятийное, логическое мышление может оперировать

лишь изначально данными в субъективном переживании знаками, символами; поэтому неудивительно, что идеализм, как и религия, остаются последними прибежищами мифа.)

Топич пытается утвердить миф в качестве одной из основных форм мышления, в которых человек осознает себя и окружающий мир. Более того, он ставит миф не только наравне с научным познанием, но и объявляет его первичным по отношению к логическому познанию и полагает, что это относится ко всем эпохам — от первобытных времен до современности. Будучи бессильным познать и преобразовать мир, человек, согласно Топичу, ищет для себя прежде всего «мировоззренческой рефлексии», мировоззренческих иллюзий в практической жизни, необходимых ему, чтобы выжить, продолжить свое собственное существование. Поскольку человек в этих ситуациях может действовать, лишь оценивая (а не познавая), он неизбежно ставит себя в конфронтацию с противостоящим ему стихийным иррациональным потоком бытия, в который он принудительно включен. Так вырабатывается у него комплекс обыденных и интимных переживаний, образуются идентичные им символические представления, в которых он объясняет свое отношение не только к непосредственно воспринимаемому им миру, но и к универсуму в целом. Порождаемое этими представлениями миропонимание не может не носить мифологического характера<sup>2</sup>. Так было, так будет, тем более — в социальной сфере, напутствует Топич. Человек, брошенный в сутолоку обыденного общения (т. е., проще говоря, в буржуазные отношения господства и подчинения), вырабатывает в себе определенные социоморфные стереотипы, в которых находит свое отражение структура «социально-космического универсума», будто бы движимого имманентными законами иерархии и послушания<sup>2</sup>.

Тайну подобных социоморфных конструкций раскрыл Ф. Энгельс на примере социал-дарвинизма. В основе теоретических построений социал-дарвинизма, писал он, просто-на-

просто лежит перенесение «из общества в область живой природы учения Гоббса в *bellum omnium contra omnes* и учения буржуазных экономистов о конкуренции, наряду с мальтусовской теорией народонаселения. Прodelав этот фокус... опять переносят эти же самые теории из органической природы в историю и затем утверждают, будто доказано, что они имеют силу вечных законов человеческого общества»<sup>1</sup>.

Современные мифотворцы и их апологеты, в отличие от «стыдливых» мифотворцев социал-дарвинистского и мальтузианского типа, идут, несомненно, дальше, более изощренно спекулируют на открытиях науки и трудностях научного познания. Нынешние мифотворцы более решительно переносят вымышленные ими принципы социальной философии, почерпнутые из мистифицированного представления о буржуазной действительности, на все явления природы, не проводя грани между ее органическими и неорганическими формообразованиями, а затем исходят из природы, чтобы выдать эти принципы за способ проявления космической закономерности.

Пропагандисты мифотворчества часто и охотно обращаются к Ф. Ницше, выдвинувшему — с присущей ему откровенностью — перед философией задачу «обуздания науки с помощью искусства»<sup>2</sup>, высшим достижением которого он считал «трагическое искусство» досократовской Греции, черпавшее свое вдохновение по преимуществу из мифологии. Ницше преподал своим воспримчивым таким образом своим философам мифотворчества, которые, можно сказать, стали эталоном для многих последующих философов.

Руководящей нитью при этом служило для Ницше (как и для нынешних мифотворцев) сознание противоречия между объективной истиной, открываемой в научном анализе, и «жизнью». Ницше хорошо понимал, что учение о «суверенном становлении», или, проще говоря, об объективной исторической закономерности,

<sup>1</sup> E. Cassirer. Philosophie der symbolischen Formen, B. 2, V., 1925, S. 247.

<sup>1</sup> E. Topisch. Vom Ursprung und Ende der Metaphysik. Wien, 1958, S. 8.

<sup>2</sup> Там же, стр. 19, 24.

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс.— Соч., т. 34, стр. 135—136.

<sup>2</sup> Ф. Ницше. Утренняя заря.— В кн.: Собр. соч., т. III, М., 1901, стр. 311.

является истинным, но... смертельно опасным для жизни. Поэтому-то Ницше и провозгласил несовместимость истины с «естественностью жизни и истории» и решительно выдвинул миф как альтернативу научного знания. В чувственно-духовной квинтэссенции мифа увидел он «манящую из глубины» силу притяжения, вызов «абстрактному воспитанию, абстрактному праву, абстрактным нравам, абстрактному государству», путь к преодолению «абстрактного», понятийно-логического мышления, науки.

Ницше воскресил миф, противопоставив его «всепопирающей воле к познанию». «Только горизонт, перестроенный на основе мифа,— писал он,— может привести целое культурное движение к завершению. Мифические образы должны стать невидимыми, вездесущими демоническими стражами, под охраной которых растут молодые души и под знаком которых мужчина выверяет и оценивает свою жизнь и свою борьбу»<sup>1</sup>. Это напутствие обращено отнюдь не к поэтам; мифотворчество предписывается как метод интерпретации мира в целом, как основа мировоззрения.

## Как творятся мифы

Отправной точкой для подобной интерпретации служит для Ницше миф об Аполлоне и Дионисе, символизирующий извечную борьбу духовного и телесного, доброго и злого, светлого и темного, разумного и стихийного начал жизни. Правда, у позднего Ницше этот миф не получает дальнейшего развития; он отдал свое предпочтение Дионису, в культе которого утверждается торжество тела, плоти. Но «единственный ученик философа Диониса», как именовавал себя немецкий мыслитель, утверждая победу плоти над духом, инстинкта над разумом, не делал при этом ни малейших уступок философскому материализму. Представление же о теле, лишенном материальных связей, не может не носить мифического характера и, следовательно, допускает любое произвольное истолкование: сначала из него извлекается понятие «жизнь», от «жизни» пере-

брасывается мост к понятию «становление», от «становления» — к «ничто». Лишенное материального содержания, «становление» подвергается новой обработке, превращается в зерно новых теоретических комбинаций. Такова схема перманентного мифотворчества.

Коснемся, не входя в детали, только двух мифов Ницше, взяв их, по его же собственному определению, в качестве образчиков «принципиальной фальсификации» мира<sup>1</sup>. Это мифы о воле к власти и о вечном возвращении, причем мы проанализируем их преимущественно в «натурфилософском» срезе, абстрагируясь от социально-политической направленности (хотя, разумеется, выходов в мировоззренческие области здесь не избежать); основное внимание мы обратим на выяснение того, в какой мере эти мифы стали затем предметом теоретических спекуляций, претендующих доказать, что Ницше в своем вдохновенном мифотворчестве якобы предвосхитил «существенные позиции современного естествознания».

Ницше исходит из постулата, что самым элементарным фактом из всех, какие можно констатировать, говоря о становлении, притом фактом, взятым априорно, не нуждаемся ни в каких доказательствах, является воля к власти. Она — первооснова всего сущего, единственная движущая сила, создающая мир, доминирующая как в природе, так и в обществе. Все явления живой и неживой природы — от амебы до человека, от вулгарного камня под окном философа до таинственного мерцания звезд в неведомых глубинах космоса — все свершения мировой истории и человеческого духа рассматриваются им через призму этой вездесущей и всепроникающей воли.

Ницше не удовлетворяют ни физика, ни химия, ни биология, ни другие науки, в которых не находится места для этого феномена. Он решительно восстает против физических понятий силы притяжения, отталкивания и т. д., объявляя их бессодержательными категориями; восстает, как кажется на первый взгляд, потому, что с их по-

мощью создавались представления о божестве и иллюзорном, созданном и управляемом им мире. Но, низвергая старых идолов, Ницше водворяет в мир новое божество, которому должен поклоняться: он требует, чтобы в мир, построенный на понятии «сила», была введена некоторая «внутренняя воля», называемая волей к власти, т. е., поясняет он, «ненасытное стремление к проявлению власти или применение власти, пользование властью как творческий инстинкт»<sup>1</sup>.

Проиллюстрируем, как это делается. «Притяжение и отталкивание» в чисто механическом смысле, говорит Ницше, есть совершеннейшая фикция. Без «намеренности» мы не мыслим притяжения: волю завладеть какой-либо вещью или бороться против ее власти и ее отталкивания — вот то «толкование, которым мы могли бы воспользоваться»<sup>2</sup>. И Ницше пользуется этим толкованием, чтобы в первую очередь «опровергнуть» атомистику. Отказывая в существовании атому как мельчайшей материальной частице, известной тогдашней физике, он заменяет его «некоторым количеством воли к власти». Количество власти, заключенное в атоме, характеризуется действием, которое оно производит, и действием, которому оно оказывает сопротивление. «В сущности имеется только воля к насилию и воля защищать себя от насилия... Каждый атом производит действие на все бытие — мы упраздним атом, если мы упраздним эти излучения воли к власти»<sup>3</sup>.

Воля к власти пронизывает также и все химические процессы. Химия определяется Ницше как наука об установлении отношений абсолютной власти между веществами, вступающими в химические реакции: более сильное вещество «становится господином более слабого», не зная при этом не сожаления, ни пощады, ни уважения к объективным законам<sup>4</sup>, которым в действительности подчинено химическое движение.

Навязав волю к власти всему миро-

<sup>1</sup> Там же, стр. 298.

<sup>2</sup> Там же, стр. 300.

<sup>3</sup> Там же, стр. 304.

<sup>4</sup> Там же, стр. 301.

<sup>1</sup> Fr. Nietzsche. *Gesammelte Werke*, B. 3, München, 1923, S. 154, 163.

<sup>1</sup> Ф. Ницше. *Воля к власти*. — Полн. собр. соч., т. IX, М., 1910, стр. 278.

зданию, Ницше может теперь объяснить жизнь (биологическую форму движения) лишь частным случаем проявления этой воли. Всякое живое тело — это воплощенное стремление к власти, к захвату окружающего и возвышению над ним не исходя из каких-либо норм морали или аморальности, а просто потому, что оно живет, и потому, что жизнь есть воля к власти. Эксплуатация поэтому, считает Ницше, не является характерной для какого-то этапа истории, вовсе не свидетельствует о несовершенстве общества, так как она принадлежит к сущности всего живого как основная органическая функция; эксплуатация — следствие неустранимого стремления к власти, которое есть стремление к жизни. «Предположим, что как теория — это нововведение, — заключает Ницше, — но как реальность она есть коренной факт (Urfactum) всякой истории»<sup>1</sup>.

Мир по Ницше — это поток становления. Он течет, не угасая, без цели и намерения и не способен застыть в каком-либо состоянии; в нем нет ничего вечного, кроме самой вечности, кроме бесконечного течения и беспокончания; он непрерывно умирает и рождается, питаясь своими экскрементами. Но это не значит, что мир в своем течении не повторяется. Напротив, отсутствие повторений предполагало бы известную целесообразность. Поскольку же движение, полагает Ницше, не имеет ни целей, ни намерений, постольку оно представляет не поступательное, а кругообразное движение. Достигнув некоего предела, поток становления возвращается к исходному пункту. Так Ницше подходит к одному из «величайших», по его мнению, достижений своей философии — к учению о вечном возвращении.

Ницше интерпретирует становление как хаос, в котором нет ни пребывающей, ни становящейся субстанции, ни единства, ни логики, ни порядка. Оно представляет собой просто последовательность комбинаций, разветвляющихся в бесконечную цепь, ничего не значащих и ни к чему не приводящих; бессмысленную игру

<sup>1</sup> Ф. Ницше. По ту сторону добра и зла.— В кн.: Собр. соч., т. II, М., б. г., стр. 260—261.

сил, реализующихся в ограниченное число возможных сочетаний. Поэтому-то, говорит Ницше, вечное возвращение лишено всякого смысла. Про него нельзя сказать, разумно оно или неразумно, благожелательно или жестоко. Оно — «невинно». Вечное возвращение — ворота, ведущие в никуда. В них на мгновение сталкиваются прошедшее и будущее, похожие между собой «и в большом, и в малом». От них лежит путь в одном направлении — «длинный, вечный путь назад», ибо будущее есть повторение прошлого. Это не соответствует историческому опыту человечества! Ну и что же, отвечает Ницше, «всякая истина крива, само время есть круг»<sup>1</sup>.

Разрабатывая идею вечного возвращения как «религию религий», Ницше, однако, не полагается только на веру. Подтверждение этой идеи он хочет отыскать в естествознании, в частности в законе сохранения энергии. Так как количество мировой энергии, или, держась ближе к первоисточнику, «энергии воли к власти», постоянно и ограничено, а время и пространство, в которых осуществляется ее движение и превращение, бесконечно, повторимость комбинаций в мировом процессе становится неизбежной. Разумеется, обращение к естествознанию в данном случае не спасает от натяжки.

Незнание диалектики или нежелание принять ее в качестве подлинно научного метода исследования реальной действительности неминуемо приводит к подобным «истинам», которые часто являются актами сознательного действия, целенаправленной фальсификации реальной действительности. Спекулируя на успехах и трудностях в развитии естествознания, на ошибках некоторых естествоиспытателей, впадших, по выражению Ленина, в физический идеализм, многие буржуазные философы возвестили об «исчезновении материи», пытались свести все материальные процессы к математическим формулам, за которыми будто бы нет никакой объективной реальности. Открытие неисчерпаемости атома и взаимопревращения его частиц были использованы

<sup>1</sup> Ф. Ницше. Так говорил Заратустра. СПб., 1911, стр. 136.

для того, чтобы протолкнуть учение о рождении материи из «чистой энергии», о «свободе воли у электрона» и т. п. Но электрон, обладающий «свободой воли», мало чем отличается от атома, излучающего «волю к власти»: и тот, и другой — фантазия «свободного мифотворчества». Однако на основании этого делается заключение, что результаты современной физики якобы полностью подтвердили «предвидение» Ницше, «покоящееся на прогрессе естественных наук».

Между прочим, сам Ницше никогда не высказывал претензий на естественнонаучную обоснованность своих откровений, изречаемых метафорическим языком; его теоретическое мышление свободно от того, что ныне принято называть сциентизмом, хотя известно, что автор «Утренней зари» и «Веселой науки» отдал некоторую дань позитивистским увлечениям и, как уже говорилось, пытался иногда опереться на некоторые достижения естествознания. В целом же он рассматривал науку как «удобное пристанище для посредственностей, которым деятельность не по нутру»<sup>1</sup>. Неудивительно, что естественнонаучный арсенал его философии довольно скуден; в сущности, речь идет о потоке философствования, которое иррационально не только по своей сути, но и по задачам.

## Апология ницшеанского мифотворчества

Тем не менее опрокидывающаяся в миф «натурфилософия» воли к власти и вечного возвращения и ныне эксплуатируется весьма активно. Достаточно сказать, что число работ, в которых в какой-то степени обсуждаются эти проблемы, приближается к 200. При этом мы не имеем в виду произведений мыслителей, лишь испытывавших известное влияние этой «натурфилософии», но претендующих на собственное слово в философии, — таких, например, как Г. Зиммель, О. Шленглер, Л. Клагес, Э. Юнгер и др., и оставляем в стороне писания фашистских идеологов типа А. Розенберга, которые, творя «новые» мифы,

<sup>1</sup> Ф. Ницше. Воля к власти, стр. 231.

обращались к Ницше как «к первому провозвестнику национал-социализма».

Фашизм официально канонизировал Ницше как основателя «Философии героического реализма», корнящейся не в сознании, не в понятиях разума, а в «самой глубине души». Наглядным подтверждением его причастности к этому «реализму» нацистские философы считали миф о сверхчеловеке, в котором якобы выражается «великое доверие к существованию, вера в мир, являющийся всегда лишь отражением веры одиночки в себя и в свою историческую миссию»<sup>1</sup>. Следует, правда, отметить, что нацистские теоретики, мыслящие сверхчеловека в «реалистической манере», изображали его а ля Гитлер, хотя сам Ницше, кстати сказать, никогда не персонифицировал сверхчеловека.

Указаниями на актуальность натурфилософских воззрений Ницше, на значение его «аристократической метафизики» для современной философии и современного познания вообще пестрят многие труды экзистенциалистов, неотомистов, феноменологов (К. Ясперса, О. Больнова, Ф. Ринтелева, Е. Финка и т. д.). Их анализ также не входит сейчас в нашу задачу.

Остановимся лишь на работах, в которых данные вопросы освещаются специально, в первую очередь на итоговых, обобщающих работах А. Митташа, бывшего многие годы одним из хранителей архива Ницше и считающего исследование ницшевского «натурфилософского» мифотворчества делом всей своей жизни.

Митташ сетует на то, что в литературе до сих пор, к сожалению, бытует мнение, что ницшеанство не имеет под собой сколько-нибудь солидного натурфилософского базиса. Данное явление, уверяет он, основывается на поверхностном знакомстве с натурфилософскими воззрениями философа. Ницше как «философ культуры первого ранга», как «страстный борец за новый порядок жизни» заслоняет

Ницше-натурфилософа<sup>1</sup>. Но это, полагают, Митташ, далеко не так. Исследует серия «доказательств».

Любая серьезная натурфилософская система, утверждает Митташ, должна опираться на три посылки: на прочное знание природы, на исследование ее глубочайших внутренних связей и на понимание «потребностей человеческого духа». Философия Ницше будто бы полностью отвечает этим требованиям. Не будем дискутировать третье требование, поскольку принципиально допустимо различное понимание «потребностей человеческого духа». Что же касается первых двух, то ни тщательное изучение ницшевских текстов (включая подготовительные материалы, незавершенные наброски, письма и т. д.), ни свидетельства его биографов, друзей, родственников и т. п. никак не позволяют сделать вывода о его увлеченности естественнонаучными изысканиями. Любопытно, что Митташ иногда и сам склоняется к этой точке зрения.

Как же в этом случае становится возможным «стремление к выявлению внутренней сути и смысла познания природы»? Видимо, посредством интуиции, которая «органически» пронизывает «аристократический склад» мышления философа, что как раз и обуславливает акцентировку Митташем таких «плодотворных для будущего философии и естественных наук тенденций ницшеанского, мифотворчества, как активизм, динамизм, волюнтаризм, иерархия в природе, космическое определение цели»<sup>2</sup>. Посмотрим, что сие означает.

**Активизм.** Ницше, согласно воззрениям Митташа, развивает «гераклитовский образ мышления» на современной научной основе, опираясь на

«прогресс естественных наук». Однако на самом деле речь здесь идет об определенной, опрокинутой в миф интерпретации гераклитовской диалектики, о подмене ее мистическим учением о становлении, в котором не находится места для бытия, объявляемого просто-напросто фикцией. Между тем из этого учения извлекается совершенно произвольный вывод о том, что современная физика (В. Гейзенберг, Л. де Бройль и др.) якобы полностью подтвердила ницшевское «предвидение» о некорпускулярности микрообъектов и что теперь в этом уже никто не сомневается<sup>1</sup>. Этот вывод — примитивная вульгаризация достижений современной физики. Известно, что корпускулярность микрочастиц получила более глубокое обоснование и продолжает оставаться их фундаментальной чертой наряду с другими, в частности волновыми, свойствами.

**Динамизм.** Ницше неукоснительно следует мысли Лейбница, что все явления природы должны подводиться под такие понятия, как «монада», «сила», «энергия» и т. д. Тем самым, постулирует Митташ, им была «предвосхищена» существенная позиция современной физики, будто бы развивающейся в соответствии с принципами энергетизма. Закон сохранения энергии, из которого и извлекается идеалистический динамизм, — это якобы ось ницшевской натурфилософии. Разумеется, этот мифологический сюжет невозможно наполнить реальным содержанием.

**Волюнтаризм.** Митташ считает доказанным, что все явления и процессы природы (так же как и общественной жизни) обладают некоей «внутренней сущностью», «внутренними импульсами», которые движут и управляют миром, и что эти «внутренние импульсы» недоступны научному познанию; их нельзя охватить и отразить в понятиях и категориях разума; они могут быть констатированы лишь в переживаниях и выражены в «очеловеченных» образах и метафорах. Заслуга Ницше перед философией и естествознанием состоит в том, что он будто бы нашел для этой «внутренней сущности» наиболее адекватный

<sup>1</sup> A. Bäuml er. Nietzsche der Philosoph und Politiker. Lpz., 1931, S. 18.

<sup>1</sup> A. Mittasch. Friedrich Nietzsche als Naturphilosoph. Stuttgart, 1952, S. XV. Эта работа А. Митташа — наиболее обстоятельный труд на эту тему, претендующий на итоговое обобщение такого рода исследований. Вышедшие позднее многочисленные труды других авторов не дают ничего принципиально нового в сравнении с Митташем, а нередко просто воспроизводят и повторяют его аргументы, считая их последним достижением науки в этой области.

<sup>2</sup> Там же, стр. 284.

<sup>1</sup> Там же, стр. 285—286.

метафизический образ<sup>1</sup>. Воля к власти как движущий фактор мира, как первопричина и основание бытия — вот последнее слово натурфилософской мудрости Запада. Митташу в качестве аргументов не остается ничего другого как сблизить мистику воли к власти с возникшими позднее концепциями «свободы воли» у электрона, с вариациями энергетической теории об «исчезновении материи» и т. п.

Остается ощущение, что ему нет дела до того, что эта «метафорическая» воля к власти не может выдерживать столкновения с научно добытым знанием, что ему важно вычленил именно волю к власти, так как из нее непосредственно вытекает учение об иерархии, будто бы господствующей в природе и обществе, — «учение», «натурфилософское» обоснование которого является конечной целью ницшевского социального мифотворчества. Что Ницше «видит в природе приказ и послушание» — это бесспорно, но утверждение, что «аристократическая мысль об иерархии» играет в современном естествознании огромную роль, что иерархия, начинаясь в неорганическом мире как «арена действия воли к разграничению», продолжается в органическом царстве и накладывает свою чеканку на все формы общественной жизни и культуры<sup>2</sup>, остается пустой фразой, как бы ни старались наполнить ее ссылками на конкретные науки.

**Космическое определение цели.** Под этой формулой скрывается то, что, с нашей точки зрения, следовало бы назвать решающим методологическим приемом ницшеанской философии, — мифологизация объективных процессов, сведение их к определенным схемам интерпретации, которым придается статус «космических» законов вечности. Митташ хочет выдать подобную мистификацию за «окольный реалистический путь» объяснения мира из него самого: мышление Ницше, полагает он, вращается между двумя полюсами — человеком и космосом, ищет путей от человека к космосу и от космоса к человеку; тем самым Ницше закладывает основы «космической» антропологии, сбрасы-

вающей с себя прежние идеалистические одеяния. Ибо отправной точкой для Ницше является будто бы не собственное сознание и собственный дух, а естествознание, опираясь на которое оно и достигает цели — открывает «универсально-космические» законы бытия, выраженные в формулах воли к власти, иерархического строя природы и вечного возвращения.

Вот тот общий вывод, к которому приходит данный «исследователь»: «Если мы сегодня с известным пренебрежением отвергаем некоторые крайности его (Ницше.— С. О.) философии культуры, то этого мы не можем сделать с его натурфилософией. Здесь действительно открывается другой Ницше, который обращается к нам, — философ, занимающий многообещающее переходное положение по отношению к натурфилософии нашего столетия»<sup>1</sup>.

Работы подобного рода, как это видно из сказанного, избоблюют натяжками, оговорками, декларативными заявлениями, заклинаниями, которые должны приниматься на веру. Теми же ключами открывает храм ницшеанской философии и К. Эмге — также один из известных и популярных на Западе исследователей творчества Ницше. Впрочем, другие ключи здесь просто не подходят.

Обобщения Эмге не отягощены фактическим материалом и научными аргументами. Приходится полагаться на его слово. Да, говорит Эмге, Ницше — «глубочайший мыслитель», требующий от философии «проникновения в глубь вещей» (реальность которых им, кстати, отвергается); свой тесретический поиск он предваряет тщательным изучением естественных наук, античной культуры и т. п. Диапазон научно-исследовательских интересов Ницше обширен. Его занимает и молекулярное движение, и все то, что вытекает из познания энергии, и т. д. И все это он старается философски осмыслить, поставив естествознание на службу жизни, человеку. В свою очередь, естественные науки, преломляющиеся через призму «жиз-

ни», открывают для себя новые горизонты<sup>1</sup>.

Воздавая хвалу философскому волюнтаризму, Эмге настоятельно подчеркивает, что ницшеанство воздвигает свой метод интерпретации мира на «энергетическом базисе» новейшего естествознания, опираясь на его результаты или теоретически предваряя их. Так, непостижимая и неуловимая воля к власти, образующая «мотор всего сущего», метаморфизуется в «строительный элемент всех феноменов», а мифу о воле к власти придается естественнонаучный аспект в духе чистой атомистики<sup>2</sup>. Из понятия «жизнь» Эмге легко извлекает прогматизм как методологическую особенность ницшеанства: Ницше ищет не «абстрактные цели прогрессивной суесть», а средства утверждения самой жизни. И, наконец, общий итог: Ницше «придает естественнонаучным исследованиям такую важность, которую они никогда не имели; он являет собой «образец философа, мысли которого оплодотворяют последующее движение науки, начиная с космологии и кончая прикладной социологией»<sup>3</sup>.

Ницшевское «натурфилософское» мифотворчество (более или менее системно) рассматривается также в трудах В. Ланге, Ф. Юнгеля, Ф. Риттера, М. Керкгофа и т. д., но все они не идут дальше и глубже, чем Митташ или Эмге, кропотливые изыскания которых почитаются за образец. Много уделяется внимания и места этой проблеме в работах, посвященных более узким, частным вопросам естествознания, психологии и других наук. Подобная литература, ввиду ее пестроты и обширности, не поддается даже обзорному рассмотрению, тем более, что в этом, кажется, и нет нужды.

\*

В заключение коротко остановимся лишь на одном из новейших панегириков ницшеанского «натурфилософского» символизма — на статье приверженца «критического реализ-

<sup>1</sup> C. E m g e. Ober das bleibende Nietzsches Erbe. Wiesbaden, 1955, S. 218—219.

<sup>2</sup> Там же, стр. 227, 228.

<sup>3</sup> Там же, стр. 228, 229.

<sup>1</sup> Там же, стр. 288—289.

<sup>2</sup> Там же, стр. 291—292.

<sup>1</sup> Там же, стр. 297.

ма» Г. Хеннемана «Фридрих Ницше как натурфилософ». Автор идет по пути, проторенному Митташем, иногда буквально воспроизводит его формулировки. Он с сожалением отмечает, что «лишь немногие знают о его (Ницше) занятиях натурфилософией», имеющей своей главной функцией достижение всеохватывающей «устойчивой картины мира» на основе «точных естественных наук», картины, в которой впервые устанавливается «гармония между человеком и миром». Это достигается тем, что философ «постоянно утверждает психологическую обусловленность понятия субстанции», отвергает «механистическую» атомистику, признавая атом только как «производное души», и т. п. Акцентируются те же «существенные» черты этой философской системы, такие как активизм, динамизм, волюнтаризм, идея иерархии, космическая целенаправленность; и, конечно,— те же общие выводы, что и у упомянутого Митташа. Все эти «критико-реалистические» экскурсы в мифологию воли к власти не заслуживают специального критического анализа.

\*

Апология мифотворчества в области философии, в частности обращение к «натурфилософии» Ницше, открыто выдвинувшему миф как противопоставление научного знания, несомненно, отражает некоторые характерные для современного буржуазного мышления тенденции — к идеалистическим спекуляциям на успехах и трудностях развития науки, к мистификации и мифологизации исследуемых и открываемых естествознанием процессов, к сползанию к иррационализму и волюнтаризму. Закономерна с их стороны и борьба против материализма, против объективной диалектики, в которой, по выражению Ницше, находят свое философское воплощение «формулы, выражающие непосредственное господство стада».

«Исследования», которых мы касались выше, обретают актуальность еще и потому, что они, снимая с Ницше подозрения в материализме, в то же время не выдают его филосо-

фию тому примитивному идеализму, который является легкой добычей материалистической критики. Его «философский зрос», замечает Эмге, являет собой «глубинный», «подлинный» идеализм «как задачу и как регулятивный принцип», содержание которого — не выносить «окончательных решений». В этом плане, подытоживает названный автор, ницшеанство, конечно,— антипод любого материализма, включая и диалектический материализм. В натурфилософии эта непримиримость выявляется особенно ярко. «При всех своих недостатках», — говорит Эмге,— философия Ницше и ныне злободневна тем, что Ницше всегда «был подозрителен к мыслителям марксистского типа»<sup>1</sup>.

С этим открытием Эмге трудно не согласиться. В этом — один из важнейших секретов поддержки и активной защиты буржуазной наукой философских учений, целеустремленно опрокидывающихся в мифотворчество.

Итак, мы видим, что мифотворчество, несмотря на явную антинаучность, и ныне широко используется в буржуазной философии. Эта живучесть мифотворчества, как уже говорилось, объясняется тем, что буржуазные отношения, по словам Маркса, в их внешних проявлениях, а следовательно, и в тех представлениях, при помощи которых буржуазный теоретик пытается уяснить себе эти отношения, коренным образом отличаются от их сущности; на каждом шагу подстерегает его мистификация.

<sup>1</sup> Там же, стр. 227, 229.

удк 100.2

#### Рекомендуемая литература

**В. Ф. Асмус.** ФАШИСТСКАЯ ФАЛЬСИФИКАЦИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ НЕМЕЦКОЙ ФИЛОСОФИИ. М., 1942.

**А. Бернадинер.** ФИЛОСОФИЯ НИЦШЕ И ФАШИЗМ. М., 1934.

**А. С. Богомолов.** НЕМЕЦКАЯ БУРЖУАЗНАЯ ФИЛОСОФИЯ ПОСЛЕ 1865 ГОДА. М., 1969.

ИСТОРИЯ ФИЛОСОФИИ, т. 3. М., 1959, стр. 356—360.

**И. С. Кон.** ФИЛОСОФСКИЙ ИДЕАЛИЗМ И КРИЗИС БУРЖУАЗНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ МЫСЛИ. М., 1959.

**Ф. Мering.** ЛИТЕРАТУРНО-КРИТИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, т. 2. М.—Л., 1934, стр. 508—509.

**Ал. В. Михайлов.** НИЦШЕ.— «Философская энциклопедия», т. 4, М., 1967.

**С. Ф. Одуев.** РЕАКЦИОННАЯ СУЩНОСТЬ НИЦШЕАНСТВА. М., 1959.

**С. Ф. Одуев.** ТРОПАМИ ЗАРАТУСТРЫ. М., 1971.

**Г. В. Плеханов.**— ИЗБР. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ, т. 3. М., 1957, стр. 409, 446—447.

**Э. Ю. Соловьев.** ЭКЗИСТЕНЦИАЛИЗМ И НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ. М., 1966.

**Т. Шварц.** ОТ ШОПЕНГАУЭРА К ХАЙДЕГГЕРУ. М., 1964.

**М. Яковлев.** МАРКСИЗМ И СОВРЕМЕННАЯ БУРЖУАЗНАЯ ИСТОРИЯ ФИЛОСОФИИ. М., 1964.

# Полное лунное затмение 29 ноября 1974 года

М. М. Дагаев  
Москва

29 ноября 1974 г. на всей территории СССР будет доступно наблюдениям полное лунное затмение. Все фазы этого затмения будут видны восточнее линии, проходящей примерно от Красноводска через Астрахань, Тамбов и Москву к Ленинграду. К западу от этой линии Луна взойдет в затмении тем большей фазы, чем западнее расположена местность. Полная фаза затмения будет види-

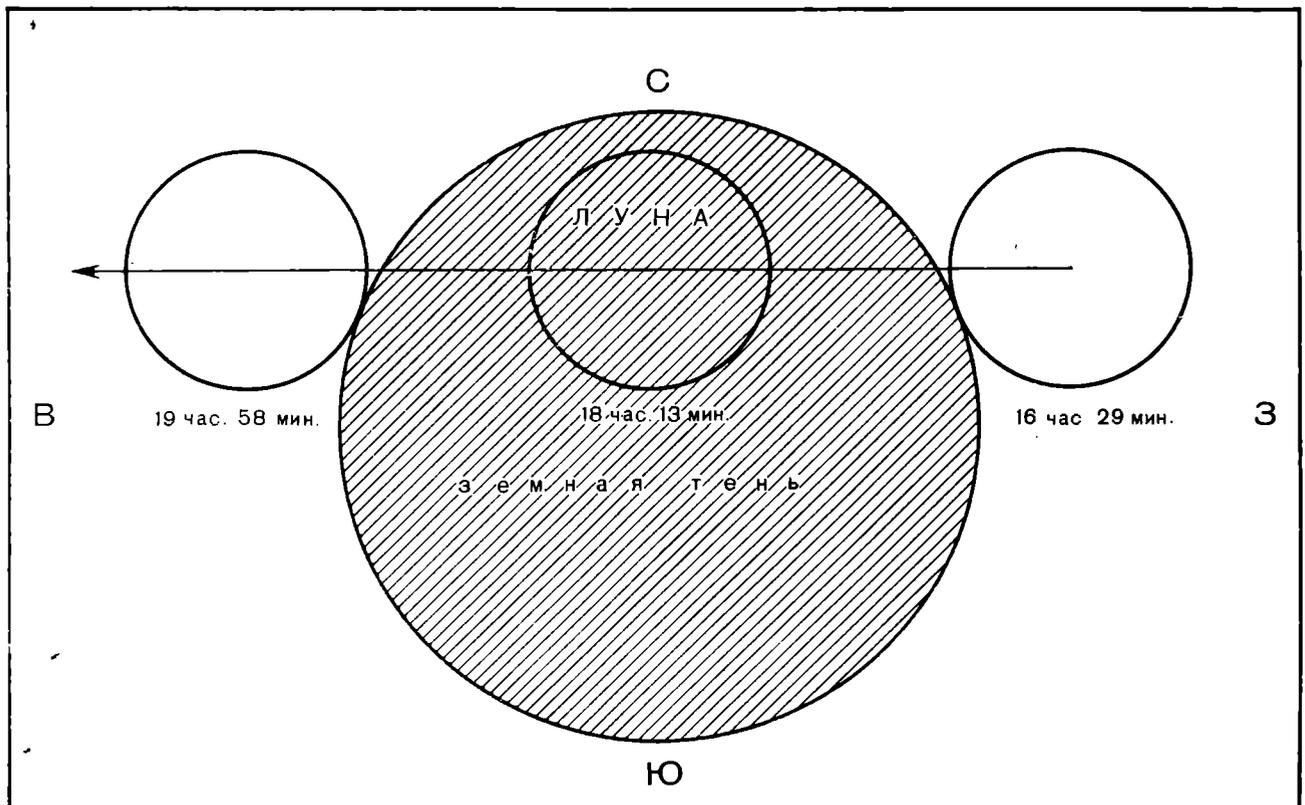
ма на всей территории страны, и ее величина составит 1,30.

Луна будет находиться в созвездии Тельца, над звездным скоплением Гиад, расположенным около Альдебарана (главной звезды этого созвездия) и пройдет сквозь северную область земной тени. Весьма вероятно, что во время затмения произойдет покрытие Луной слабых звезд, расположенных выше Гиад.

Ниже приведены обстоятельства полного лунного затмения по московскому времени:

начало частного затмения	в 16 час. 29 мин.
начало полного затмения	в 17 час. 36 мин.
момент наибольшей фазы	в 18 час. 13 мин.
конец полного затмения	в 18 час. 52 мин.
конец частного затмения	в 19 час. 59 мин.

*Путь Луны сквозь земную тень  
29 ноября 1974 г.*



## Запуски космических аппаратов в СССР (май—июнь 1974 г.)

В мае — июне 1974 г. в Советском Союзе были запущены 18 космических аппаратов, в том числе 15 спутников серии «Космос» с научной аппаратурой, предназначенной для продолжения исследований космического пространства.

Спутник «Интеркосмос-11»<sup>1</sup> запущен в соответствии с программой сотрудничества социалистических стран в области исследования и использования космического пространства в мирных целях и предназначен для исследований ультрафиолетового и рентгеновского излучений Солнца и верхних слоев атмосферы Земли.

Задача новой орбитальной научной станции «Салют-3», запущенной 25 июня 1974 г., — дальнейшая отработка усовершенствованной конструкции станции, а также бортовых систем и аппаратуры и проведение научно-технических исследований и экспериментов.

Продолжается полет автоматической станции «Луна-22», выведенной на селеноцентрическую орбиту 2 июня 1974 г.<sup>2</sup> К 19 июня станция совершила 187 оборотов вокруг Луны. С целью проведения детальной телевизионной съемки выбранных районов

лунной поверхности 9 июня 1974 г. была осуществлена коррекция траектории станции, в результате она перешла на эллиптическую орбиту с высотой в периселении 25 км и высотой в апоселении 244 км.

Телевизионные съемки проводились на участках орбиты с минимальным расстоянием от лунной поверхности; полученные снимки отличаются высокой разрешающей способностью и хорошим качеством. Одновременно при помощи бортового высотомера проводилось подробное изучение характера рельефа исследуемых районов, определялся химический состав лунных пород по их  $\gamma$ -излучению.

Во время полета станции по селеноцентрической орбите изучалось

окружающее Луну космическое пространство: определялись плотность метеорного вещества, интенсивность и энергетический спектр космических лучей солнечного происхождения, концентрация окололунной плазмы, проводились исследования магнитных полей.

13 июня 1974 г. после завершения программы телевизионных съемок вновь была проведена коррекция траектории станции, в результате она перешла на орбиту с высотой в периселении 181 км и высотой в апоселении 299 км. Такая орбита обеспечивает условия для продолжения исследований гравитационного поля Луны, начатых автоматической станцией «Луна-19» в 1971 г.

Таблица

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град.	период обращения, мин.
Космос-651	15.V	256	276	65	89,6
Космос-652	15.V	180	362	51,8	89,6
Космос-653	15.V	196	309	62,8	89,3
Космос-654	17.V	261	277	65	89,7
Интеркосмос-11	17.V	484	526	50,7	94,5
Космос-655	21.V	520	549	74	95,2
Космос-656	27.V	194	354	51,6	89,7
Луна-22	29.V	—	—	—	—
Космос-657	30.V	182	317	62,8	89,2
Космос-658	6.VI	206	304	65,0	89,4
Космос-659	13.VI	190	360	62,8	89,7
Космос-660	18.VI	409	1995	83	109,2
Космос-661	21.VI	513	555	74	95
Салют-3	25.VI	219	270	51,6	89,1
Космос-662	26.VI	282	838	71	95,5
Космос-663	27.VI	983	1017	83	105
Космос-664	29.VI	212	364	72,9	90
Космос-665	29.VI*	633	39384	62,9	710

<sup>1</sup> Подробнее о спутнике «Интеркосмос-11» см.: «Природа», 1974, № 8, стр. 103.

<sup>2</sup> Подробнее о запуске станции «Луна-22» см.: «Природа», 1974, № 9.

## Строение и состояние недр Луны

Руководитель группы обработки материалов лунного сейсмического эксперимента Г. Латэм (Техасский университет США), доложил на Московской конференции<sup>1</sup> новые данные о внутреннем строении Луны.

**Кора.** В районе океана Бурь обнаружена мощная (60 км) двухслойная кора, сложенная сверху базальтами (скорость 5 км/сек), снизу — габбро-анортозитами (7 км/сек). По-видимому, кора является глобальной особенностью Луны, но ее свойства варьируют, в частности, в районах континентов она может быть однослойная, габбро-анортозитового состава, а на обратной стороне она должна быть много толще. Граница коры и мантии надежно диагностируется по сейсмическим наблюдениям.

**Верхняя мантия** протягивается до 300—350 км, скорость волн в ней уменьшается от 8,1 до 7,8 км/сек за счет роста температуры. Не исключено, что сразу под границей коры — мантия имеет высокоскоростной слой<sup>2</sup> мощностью до 40 км. Наиболее вероятный состав верхней мантии оливино-пироксеновый, из этого слоя могла выделиться первичная габбро-анортозитовая кора Луны.

**Средняя мантия** (глубины 300—800 км) характеризуется резким уменьшением скорости поперечных волн от 4,7 до 4,0 км/сек. Это значит, что заметно возрастает упругий модуль вещества — коэффициент Пуассона. Его значение для плотных кристаллических пород обычно 0,25, здесь же он подскакивает до 0,35, что свойственно, например, земным глинам. Эта странность предположительно объясняется тем, что средняя мантия представляет собой никогда не переплавлявшийся первичный материал Луны — результат аккумуляции метеорных частиц и тел. Граница верхней и средней мантии, по-видимому, достаточно резкая: на нескольких сейсмограммах между вступлениями продольных и поперечных волн обна-

ружены соответствующие ей дополнительные фазы обменных волн. Весь внешний пояс Луны толщиной 800 км назван по аналогии с Землей «литосферой».

**Нижняя мантия.** Ниже очаговой зоны лунотрясений поперечные волны сильно поглощаются или не проходят. Об этом свидетельствуют записи лунотрясений и удара метеорита с обратной стороны Луны. Скорость продольных волн в этой зоне немного уменьшается, но не более чем на 0,3 км/сек. Согласно модели тепловой истории Луны, предложенной Н. Токсозом с коллегами, зона частичного расплава, (названная по аналогии с Землей «астеносферой»), в первый миллиард лет истории Луны занимавшая ее внешнюю часть, постепенно отступила на глубину. Сейчас глубже 800 км температура достигает 1500° С.

**«Ядро» Луны.** Пока получена одна единственная сейсмограмма от падения далекого метеорита, на которой волны, «заглянувшие» глубже 1300 км, запаздывают на 60 сек. Раз это так, скорость продольных волн в центре должна быть очень низкой — 5 км/сек и не исключено, что небольшое по размерам внутреннее ядро Луны сложено сульфидом железа. Его масса составляет 1% массы Луны и не сказывается заметно на величине момента инерции, но его существование могло бы объяснить отмечаемую сейчас на поверхности намагниченность пород действием магнитного динамо в центре на ранней стадии эволюции Луны.

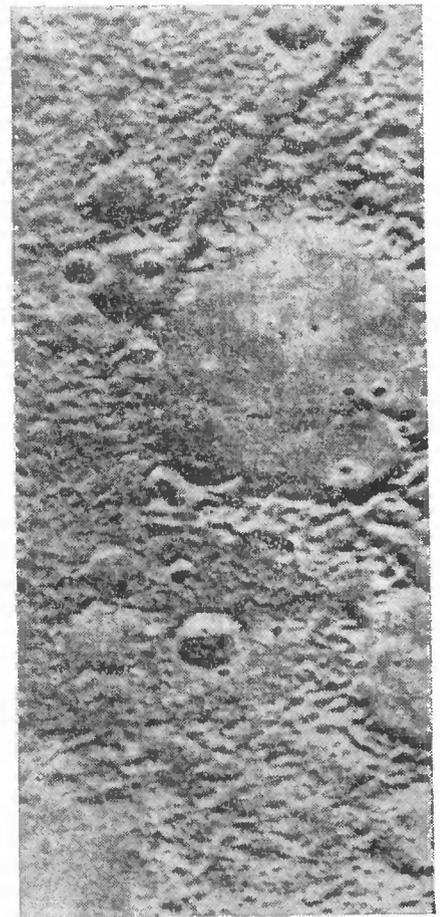
Предложенная модель строения и состояния недр Луны будет уточняться и изменяться по мере накопления новых данных.

И. Н. Галкин

Кандидат физико-математических наук  
Москва

## «Маринер-10» у Меркурия

29 марта 1974 г. в 20 час. 46 мин. по Гринвичу космический аппарат «Маринер-10» прошел на минимальном расстоянии 725 км от поверхно-



Снимок поверхности Меркурия, полученный космическим аппаратом «Маринер-10». (Фрагмент фотографии из газеты «За рубежом», 1974, № 16, стр. 21).

сти Меркурия и передал телевизионные изображения и другую информацию об этой планете.

Анализ телевизионных изображений Меркурия показывает, что поверхность этой планеты в значительной степени напоминает лунную. На снимках видно большое число кратеров различных размеров — с поперечником от 800 м до 120 км. Светлые лучи, отходящие от кратеров, позволяют предположить ударное происхождение кратеров. В центре некоторых кратеров наблюдаются светлые образования, по-видимому, центральные пики, характерные для ряда лунных кратеров.

<sup>1</sup> Советско-американская конференция по космохимии Луны и планет. М., «Наука», 1974.

<sup>2</sup> «Природа», 1974, № 8, стр. 104.

На снимках видны также длинные узкие долины и разбросанные на довольно большом расстоянии друг от друга хребты; свойственных лунной поверхности горных цепей не обнаружено. На полушарии, не наблюдаемом с Земли, запечатлены обширные ровные поверхности с поднятыми краями, подобные лунным морям. Поверхность этого полушария имеет больше световых контрастов. У южного края диска планеты обнаружена депрессия, как будто бы от планеты откололся кусок при столкновении с другим небесным телом. Северный полярный район планеты менее изрыт, чем южный.

У Меркурия обнаружена очень разреженная (давление у поверхности  $10^{-6}$ — $10^{-5}$  мбар) атмосфера, содержащая в основном аргон, неон и гелий (согласно некоторым источникам, и водород). Дымки и облака у планеты не найдены. Зарегистрировано магнитное поле, но очень слабое — его напряженность составляет менее 1% от напряженности магнитного поля Земли. Температура поверхности планеты составляет от  $-185^{\circ}$  до  $+510^{\circ}$  С.

После облета Меркурия «Маринер-10» перешел на гелиоцентрическую орбиту с периодом обращения по ней 176 земных суток, что точно в 2 раза больше периода обращения Меркурия вокруг Солнца. 22 сентября 1974 г. аппарат должен снова приблизиться к Меркурию.

«Interavia Air Letter», 1974; № 7962, p. 7; № 7973, p. 7, 8 (Швейцария).

## Гравитационное излучение из космоса

Продолжаются энергичные попытки обнаружить гравитационное излучение внеземного происхождения. В. Б. Брагинский, А. Б. Манукин, Е. И. Попов, В. Н. Руденко и А. А. Хорев (Московский государственный университет) представили результаты своих последних экспериментов.

Детектор — алюминиевый цилиндр длиной 150 см и массой  $1,2 \cdot 10^6$  г. Гравитационные волны должны возбуждать в цилиндре механические колебания, для регистрации которых

использовались емкостные датчики. Для защиты от акустических помех цилиндр помещен в вакуумную камеру, стальные стенки которой (толщиной 2 см) служат одновременно экраном от электромагнитных помех. Используется также антисейсмический фильтр, обеспечивающий ослабление помех по крайней мере в  $10^{13}$  раз на частоте собственных колебаний цилиндра. В опыте использовались два идентичных детектора, разнесенных на 20 км, с ориентацией осей в направлении запад — восток. Для обработки результатов разработана схема статистического анализа данных, необходимая для обнаружения случайных всплесков.

Были проведены две серии совместных измерений. Серия в январе — марте 1972 г. содержала 20 суток чистого времени. Измерения показали отсутствие коротких всплесков гравитационного излучения, превышающих по плотности потока энергии<sup>1</sup> значение  $10^7$  эрг/сек · см<sup>2</sup>. Вторая серия измерений, проведенная с повышенной чувствительностью в феврале — марте 1973 г., составляла 10 суток чистого времени измерения. По результатам этих измерений можно утверждать, что поток энергии в импульсе не превышает  $3 \cdot 10^6$  эрг/сек · см<sup>2</sup>. Эти данные противоречат результатам измерений Дж. Вебера (США).

В заключение авторы указывают на перспективность использования в качестве материала детектора монокристалла сапфира вместо алюминия. По оценкам это позволяет поднять чувствительность установки до уровня, позволяющего зарегистрировать гравитационное излучение от источников в ближайших галактиках.

ЖЭТФ, т. 66, 1974, вып. 3, стр. 801.

## Электрон-позитронное накопительное кольцо

В конце декабря 1973 г. в накопительном кольце «Дорис» (ЦЕРН, Швейцария) был получен пучок элект-

<sup>1</sup> Плотность светового потока от Солнца на поверхность Земли примерно в 10 раз меньше.

ронов и позитронов интенсивностью 130 ма. Накопительная система состоит из двух отдельных колец для электронов и позитронов, что обеспечивает лучшее управление пучками частиц. Кольца располагаются друг под другом, и для сближения пучков используются вертикально отклоняющие магниты. Источники питания магнитов, установленные в настоящее время, позволяют достичь энергии частиц порядка 3,5 Гэв. Однако управление пучком возможно лишь при энергиях, не превышающих 2,5 Гэв.

Накопительное кольцо предназначено для экспериментов по столкновению электронов с электронами и позитронами. Кроме того, оно рассчитано на выполнение опытов по рассеянию электронов на протонах при очень высоких энергиях.

«CERN Courier», v. 14, 1974, № 1, p. 13 (Швейцария).

## Сверхпроводящий магнит для пузырьковой камеры

На синхротроне Брукхейвенской национальной лаборатории (США) введен в эксплуатацию сверхпроводящий магнит, предназначенный для направления пучка протонов в пузырьковую камеру.

Магнит состоит из двух секций высотой 37,8 см, шириной 43,5 см и длиной около 4 м, имеет прямоугольную апертуру. В этом сверхпроводящем магните при 4,5 К достигнута напряженность магнитного поля  $4,4 \cdot 10^4$  гс.

«CERN Courier», v. 13, 1973, № 12, p. 374 (Швейцария).

## Лазерное обогащение урана

Ученые ведут интенсивные поиски более эффективных методов обогащения урана, поскольку существующие газодиффузионные заводы окажутся не в состоянии обеспечить к 1980 г. растущие потребности в обогащенном уране.

В Лос-Аламосской лаборатории и лаборатории им. Лоуренса (США) изучается возможность выделения  $^{235}\text{U}$  из  $^{238}\text{U}$  с использованием лазерного метода. Если подобрать частоту лазера так, чтобы она совпадала с частотой электронного перехода определенного изотопа, тогда при облучении лазером смеси изотопов именно данный изотоп будет резонансно возбуждаться. В одном случае след за резонансным возбуждением может произойти ионизация данного изотопа, и образующиеся ионы можно отделить, прикладывая постоянное электрическое поле (вероятность ионизации атомов других изотопов не связана с резонансным процессом и относительно невелика).

Другой способ состоит в том, что после резонансного возбуждения изменяются химические свойства данного изотопа, что можно также использовать с целью его выделения. Для этого следует подобрать такое химическое соединение, которое другие изотопы не образуют.

В настоящее время лазерным методом уже удалось осуществить разделение изотопов ртути<sup>1</sup>.

«Science News», v. 105, 1974, № 4, p. 58 (США).

## О применении сверхпроводников в генераторах

Успехи, достигнутые в технике низких температур, позволяют шире использовать сверхпроводники в самых различных областях, например, в оборудовании для выработки и передачи электроэнергии, в тяговых системах, промышленных электромагнитах, медицинской аппаратуре.

Преимущества, достигаемые за счет применения сверхпроводников, могут значительно уменьшить расходы, связанные с использованием охлаждения до сверхнизких температур. В частности, генераторы на сверхпроводниках позволяют повысить эффективность атомных электростанций.

Повышенный КПД генераторов на сверхпроводниках обусловлен сле-

дующими факторами: практически нулевыми потерями в обмотках и системах возбуждения; малыми потерями на трение и в обмотках вследствие однородной структуры ротора и статора, небольшими размерами ротора и низкими нагрузками на подшипники; низкими потерями в железе статора благодаря малым размерам сердечника и отсутствию пазов в статоре.

Уменьшение потерь значительно перекрывает расходуемую системой охлаждения мощность, доля которой от общей мощности машины составляет около 0,02%. В мощных электрических машинах со скоростью вращения 3600 об/мин общий КПД возрастает на 0,8%, что эквивалентно снижению потерь в 2 раза.

Другое существенное преимущество генераторов на сверхпроводниках по сравнению с обычными электрогенераторами — увеличение мощности в 10 раз при данных размерах ротора.

Фирма «Вестингауз» проводит испытания двухполюсного генератора на сверхпроводниках мощностью 5 Мва.

«Design News», v. 29, 1974, pp. 8—11 (США).

## Солнечные печи

Энергетический кризис, переживаемый странами Запада, поставил на повестку дня вопрос об использовании новых видов энергии, в том числе энергии Солнца<sup>1</sup>. По мнению Ф. Тромба (Французский национальный центр научных исследований), наиболее рентабельный путь промышленного использования солнечной энергии — строительство солнечных печей.

Две такие печи, созданные Тромбом, построены в Восточных Пиренеях: в Одейло, одном из самых солнечных районов Франции, находится большая печь мощностью 1 тыс. квт, в Мон-Луи — мощностью 50 квт. С помощью системы зеркал устройства солнечная энергия концентрируется на небольшом участке площадью меньше 1 м<sup>2</sup>. Солнечные печи позволяют нагревать вещества до очень высоких температур, поэтому печь в Одейло, наряду с различными исследованиями, служит и в космических целях. На ней, например, испытыва-

ются соединения, которым предстоит выдержать огромное нагревание, возникающее в результате трения об атмосферу объекта, вылетающего с космической скоростью.

Получение энергии в солнечных печах легко регулируется, это открывает широкие возможности применения энергии Солнца там, где нельзя использовать традиционные виды энергии.

«Новости ЮНЕСКО», 1974, № 1, стр. 3—4.

## Магнитное поле влияет на химические реакции

Г. С. Кринчик, Р. А. Шварцман и А. Я. Кипнис (Московский государственный университет) наблюдали заметное изменение скорости химической реакции под влиянием магнитного поля.

В термостатированном проточном реакторе изучался синтез карбонила никеля —  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  из никеля и окиси углерода при атмосферном давлении и комнатной температуре. Синтез проводился на отполированной грани монокристалла Ni с ориентацией  $\langle 100 \rangle$ . Скорость реакции определялась по содержанию карбонила в выходящем газе. Продолжительность измерения одного значения скорости составляла 3—5 мин. Магнитное поле накладывалось параллельно поверхности никеля. Его значения менялись в некоторых пределах вблизи 500 или 3000 э.

В эксперименте наблюдалась ярко выраженная обратимая и хорошо воспроизводимая осцилляционная зависимость скорости реакции от магнитного поля. Кривые осцилляций резко анизотропны в зависимости от направления поля относительно кристаллографических осей. При направлении поля вдоль оси  $\langle 100 \rangle$  период осцилляций составляет 40 э, при направлении вдоль  $\langle 110 \rangle$  появляются более высокочастотные осцилляции с периодом 10—15 э. Период в первом приближении одинаков как в поле 500 э, так и в поле 3000 э. Скорость реакции меняется от 2 до 8 раз. Эффект наблюдается и на поликристаллических образцах. Наиболее вероятное объяснение эффекта, по мнению авторов, — снятие вырождения определенных

<sup>1</sup> См.: В. С. Летохов. Лазер управляет селективными химическими реакциями. — «Природа», 1974, № 8.

<sup>1</sup> См. «Природа», 1974, № 7, стр. 108.

электронных уровней в Ni при заданной ориентации намагниченности относительно кристаллографических осей, что определяет наличие или отсутствие дополнительных возможностей для химической реакции.

Изучение обнаруженных осцилляций открывает новые пути для изучения электронного энергетического спектра металлов и сплавов, кроме того, даст возможность выяснить электронный механизм химических реакций.

«Письма в ЖЭТФ», т. 19, 1974, вып. 7, стр. 425.

## Протоны и происхождение жизни

Как показали в своих экспериментах американские исследователи Т. Скатергуд, Р. Лессер и Т. Оуэн, ультрафиолетовое излучение Солнца и молнии — не единственный источник энергии для химических реакций, приводящих к образованию органических веществ в атмосфере планет. По их мнению, такие вещества могут также возникать вследствие бомбардировки верхних слоев атмосферы быстрыми протонами, содержащимися в солнечном ветре и в радиационных поясах планет.

Для своих опытов исследователи использовали газы, которые, как полагают, содержались в большом количестве в атмосфере планет в период их зарождения. Облучаемые лучком протонов смеси этих газов подвергались воздействию, эквивалентному тому, которое произвели бы протоны радиационных поясов и солнечного ветра на верхний слой атмосферы одного из спутников Юпитера за 100 тыс. лет.

В результате облучения смеси метана с аммиаком образовалась оранжево-коричневая жидкость, содержащая, помимо всего прочего, циклические амины, диацетилен и гексаметилентетрамин. При добавлении в газовую смесь сероводорода циклические амины отсутствовали, однако возникали сернистые соединения. Кроме того, исследования показали, что получающаяся в этом случае желтоватая жидкость содержит полимерную серу, в основном S<sub>8</sub>. Этот резуль-

тат представляет особый интерес, так как именно наличием серы и ее соединений до настоящего времени объясняли присутствие в атмосфере Юпитера слоев желтого и желто-коричневого цвета.

Эти опыты показали, что протоны могут служить эффективным источником энергии для образования сложных молекул из простых.

«Nature», v. 247, 1974, № 54, p. 498 (Великобритания).

## Митохондрии и хлоропласты участвуют в размножении вирусов

Имеются наблюдения, указывающие, что митохондрии и хлоропласты, содержащие ферменты, синтезирующие белки и нуклеиновые кислоты, могут служить «объектом атаки вирусов»<sup>1</sup>, которые, как известно, эксплантируют именно эти ферментные системы клетки.

Недавно в Научно-исследовательском институте экспериментальной медицины АМН СССР (Ленинград) были получены новые факты, согласующиеся с этим представлением. В. С. Гайцхоки, В. И. Голубков, К. Б. Грабовская, О. И. Киселев, А. А. Тольян и С. А. Нейфах показали возможность синтеза некоторых рибонуклеиновых кислот, запрограммированных в геноме бактериофага MS2 митохондриями печени крыс<sup>2</sup>.

Это исследование продолжает цикл работ, продемонстрировавших способность РНК вируса венесуэльского энцефаломиелита лошадей проникать внутрь митохондрий и вызывать синтез в них вирусспецифичных продуктов<sup>3</sup>.

В отношении хлоропластов получены аналогичные данные. Например, Б. Сингер показала, что хлоропласты табака могут служить местом синтеза белков оболочки вируса табачной мозаики (ВТМ) или сборки вирусных частиц<sup>4</sup>.

Представляет интерес эволюционный аспект проблемы участия оргanelл в размножении вирусов. Если верна гипотеза о происхождении митохондрий из эндосимбиотических бактерий, а хлоропластов — из синезеленых водорослей, то можно говорить о связи эндосимбионтов с их бывшими эксплуататорами — фагами бактерий и так называемыми цианофагами синезеленых водорослей. По мере эволюции эндосимбиотических бактерий до состояния митохондрий, а синезеленых водорослей — до хлоропластов могла параллельно протекать эволюция фагов и цианофагов, потомки которых инфицируют современные митохондрии и хлоропласты. К этим своеобразным вирусам (их можно назвать «митофагами» и «пластидофагами»), возможно, и относятся фаг MS2, вирус венесуэльского энцефаломиелита лошадей и некоторые штаммы ВТМ.

С. А. Остроумов  
Москва

## Мутагены и «зеленая революция»

Карликовые сорта пшениц — основная движущая сила так называемой «зеленой революции», направленной на резкое увеличение производства зерна в мире. В создании этих сортов наряду с селекцией большую роль сыграл индуцированный, радиационный и химический мутагенез.

Карликовый сорт Шербати Сонора, способствовавший осуществлению в Индии «зеленой революции», был выведен еще в 1967 г.<sup>1</sup> М. С. Сваминатаном (Нью-Дели, Индия) из сорта Сонора 64 путем обработки семян  $\gamma$ -лучами <sup>60</sup>Со. В результате был отобран мутант с повышенной урожайностью, увеличенным содержанием лизина в белке и измененным цветом зерна.

Другой широко распространенный в Индии сорт карликовой пшеницы — Лал Бахадур, «тройной карлик» (признак карликовости контролируется у него тремя генами). Он обладает очень высокой потенциальной уро-

<sup>1</sup> «Природа», 1973, № 3, стр. 29.

<sup>2</sup> ДАН СССР, т. 215, 1974, № 6, стр. 1487—1490.

<sup>3</sup> ДАН СССР, т. 208, 1973, стр. 285.

<sup>4</sup> «Virology» v. 47 pp. 397—404, 1972.

<sup>1</sup> Indian agricultural research institute. Five year of research on dwarf wheats. New Delhi, 1968.

жайностью, но сильно восприимчив к заболеванию ржавчиной, что сдерживало до сих пор увеличение его посевных площадей. Р. Н. Свани, Х. Р. Мохиндро и В. Л. Хопра (Сельскохозяйственный научно-исследовательский институт, Нью-Дели), получили иммунную форму этого сорта методом химического мутагенеза<sup>1</sup>. Увлажненные семена были обработаны 0,02% раствором нитрозометилмочевин в течение 6 час. Далее, в условиях искусственного заражения были отобраны устойчивые к ржавчине растения, давшие начало высокорезистентным и урожайным мутантным линиям пшеницы сорта Лал Бахадур.

Это достижение наглядно показывает большие возможности метода химического мутагенеза, особенно при искусственной «переделке» отдельных признаков готовых сортов.

А. Б. Маслов

Кандидат биологических наук

Москва

## Красный прилив во Флориде

Начиная с января 1974 г. с западного побережья штата Флорида (США) начали поступать сведения о массовом размножении морского микроорганизма *Gyrodinium breve*, вызывающего красное «цветение» морской воды и гибель многих видов рыбы.

К марту 1974 г. «красный прилив» охватил многие новые районы от устья р. Клируотера на севере и до южной оконечности о. Санибел. Измерения показали, что в 1 л морской воды присутствует до 4 млн микроорганизмов, а во многих пунктах побережья — сотни тысяч в 1 л (уже это количество — смертельная доза для ряда видов морских животных).

В конце марта количество извлеченной из воды и с побережья мертвой рыбы, погибшей от «красного прилива», достигло 2 тыс. т. Наиболее пострадали такие виды, как кефаль, полосатая зубатка, хэтотидперус, морской окунь, скат, угорь и др. Очевидно, что подверженность воз-

действию токсических веществ, выделяемых *гимонодиниумом*, у разных видов рыб различная. Первой (еще в конце января) начала гибнуть кефаль.

«Smithsonian Institution Event Notification Card», 1974, № 1831 (США).

## Витамины и рак кожи

Известно, что ультрафиолетовое облучение может вызывать определенные разновидности рака кожи. Сотрудники Бейлоровского медицинского колледжа (США) Ван Бан-ло и Х. Блейк изучали механизм этого явления.

Эксперименты показали, что под воздействием ультрафиолетового излучения в коже человека и животного в результате окисления холестерина образуется  $\alpha$ -окисль холестерина, известная как канцерогенное вещество.

Витамины Е и С препятствуют окислению жиров, поэтому Ван Бан-ло и Х. С. Блейк провели серию опытов для выяснения того, насколько эти витамины и другие антиокислители могут предотвращать окисляющее действие ультрафиолета и приостанавливать превращение холестерина в его  $\alpha$ -окисль.

Группу подопытных мышей содержали на сбалансированной диете, богатой витаминами Е и С, а контрольную группу — на такой же диете без витаминов. Каждые две недели у обеих групп брали образцы кожного покрова на определение антиокислителя и  $\alpha$ -окисла холестерина.

Оказалось, что после первых 2 недель эксперимента у мышей, получавших витамины, в коже содержалось на 54% больше антиокисляющих веществ, чем у контрольной группы. По прошествии еще 8 недель в коже подопытных мышей количество антиокислителей было на 18% большим, чем у контрольных.

По окончании первых 2 недель в коже подопытных животных не было найдено никаких следов  $\alpha$ -окисла холестерина и, по сравнению с контрольными, они были на 50% лучше защищены от появления этого химического соединения в течение последующих 8 недель эксперимента. Побочных эффектов при питании, со-

державшем витаминные добавки, не отмечалось.

Однако прежде чем переносить эти результаты на людей, необходимо еще многое выяснить. Так, следует установить, является ли  $\alpha$ -окисль единственной или хотя бы основной причиной рака кожи у человека, а также определить дозу антиокислителя, необходимую для предотвращения заболевания человека. Ранее уже предлагался ряд веществ, защищающих от ультрафиолетового облучения, однако большинство их было токсичными и поэтому применения не нашло.

«Science News», v. 105, 1974, № 1, p. 5 (США).

## Новый метод получения томатина

Н. Сочин и К. Андреч (Химический институт в Любляне, СФРЮ) разработали простой и эффективный метод получения алкалоида томатина из свежих надземных частей растений томатов. Томатин, промежуточный продукт синтеза стероидных гормонов, обладает антимикробным и противовоспалительным действием. Метод основан на экстракции растений 2%-ной водной серной кислотой в течение двух суток с последующим осаждением томатина спиртом.

«Acta Pharmaceutica Jugoslavia», v. 23, 1973, № 3, p. 173 (Югославия).

## Мангровые леса в опасности

Прибрежная полоса Национального парка Эверглейдс в штате Флорида (США) представляет собой крупнейший район Северной Америки, покрытый мангровыми зарослями. Мангровые деревья (их насчитывается около 30 видов) хорошо приспособлены к условиям, связанным с приливо-отливным воздействием моря на берега.

В последние годы над этим своеобразным природным районом нависла серьезная угроза в результате беспрецедентного размножения вредителя *Sphaeroma terebrans*. Этот древоточец, нередко неправильно именуемый «древесной вшой» и ошибочно принимаемый за насекомое, на самом

<sup>1</sup> «Mutation breeding newsletter», 1974, № 3, p. 6.

деле — почти микроскопических размеров ракообразное. Согласно последним данным Э. Рема и Г. Хамма (Южнофлоридский университет), зараженность мангров этим вредителем достигла опасных масштабов. Мангровые заросли защищают побережье от эрозии, вызываемой морскими волнами, и исследователи приходят к выводу, что данной области угрожает экологическая катастрофа серьезных масштабов.

«Science», v. 182, 1973, № 4108, p. 173—175 (США).

## Роль ботанических садов в охране природы

Среди ботанических и других научных учреждений нашей страны большая роль в деле охраны растительного мира отводится ботаническим садам. 11—13 марта 1974 г. в Москве в Главном ботаническом саду АН СССР проходила расширенная сессия Совета ботанических садов СССР, посвященная 250-летию АН СССР и проблеме охраны растительного мира.

Президент Международной ассоциации ботанических садов Н. В. Цицин проанализировал состояние научно-исследовательской работы, ведущейся в ботанических садах страны, роль и задачи садов в области охраны растительного мира.

Ботанические сады, размещенные во всех основных зонах страны и располагающие более или менее крупными земельными площадями и квалифицированными кадрами, могут сделать очень многое в разрешении проблемы охраны растительного мира, и в первую очередь редких и исчезающих видов растений. Основная задача ботанических садов в этой области — выявление таких растений, составление соответствующих региональных списков, культивирование этих видов растений в ботанических садах, изучение способов и приемов их размножения, а также организация заповедного режима на участках с естественной растительностью, находящихся на территориях, подведомственным ботаническим садам.

В остальных докладах были затронуты вопросы международного сотрудничества в области охраны редких и исчезающих видов растений, роль ценотических исследований для сохранения генофонда растений и в решении задач улучшения среды обитания человека, значение детальных флористических исследований как важнейшей предпосылки рациональной охраны растительного мира и др. Участники сессии познакомились с организацией охраны растительного мира в ботанических садах Белоруссии (доклад Н. В. Смольского), Грузии (М. А. Гоголивили) и Прибалтики (Т. Ф. Пукка, В. К. Озолиньш).

Сессией ботанических садов приняты решения, направленные на усиление и расширение деятельности ботанических садов СССР в области охраны растительного мира. В частности, при Совете ботанических садов создана Комиссия по охране растений с возложением на нее координирующей и научно-консультационной деятельности ботанических садов страны в области охраны и воспроизводства генетического фонда растений, в первую очередь редких и исчезающих видов растений.

Профессор Л. И. Прилипко  
Москва

## Стационарное изучение изменений в природе

Научный совет по проблемам биогеоценологии и охраны природы АН СССР провел 25—27 марта 1974 г. Всесоюзное совещание по вопросам организации сети биогеоценологических станций и стационаров в СССР. Изучение биогеоценозов и системное исследование природы, помимо решения теоретических проблем, должно служить основой для практической деятельности — ведения лесного и сельского хозяйства, организации зон отдыха вокруг городов и рекреационных территорий вообще, а также для организации борьбы с загрязнением среды и охраны природы в целом.

Сеть стационаров, охватывающая все природные зоны, будет способствовать разработке научных основ освоения территории страны. Совещание подчеркнуло необходимость стационарных исследований не только в коренных природных биогеоценозах, но и в различных производных антропогенных биогеоценозах, в том числе на мелиорированных и распашанных территориях, в искусственных насаждениях. Необходимо включить в сеть стационары, изучающие в районах больших городов и промышленных центров воздействие на биогеоценозы физических, химических и других режимов, порождаемых урбанизацией.

Совещание рассмотрело проект развития сети заповедников и других охраняемых территорий в СССР на 1973—1990 гг. Проект предусматривает, кроме того, создание крупных национальных парков в различных природных зонах, а также охрану и стационарное изучение морских систем.

В. Д. Крупин  
Москва

## Растения и геологический поиск

Известно, что корневая система растений пустыни уходит в почву на значительную глубину (корни ковыля, например, проникают в почву на 15 м) и, следовательно, растения несут информацию о рудных залежах, не выходящих на поверхность.

Р. М. Талипов и Ш. Хатамов (Институт геологии и геофизики АН УзССР), изучая распределение микроэлементов в золе растений из Центральных Кызыл-Кумов, установили, что растительность над рудными зонами богата стронцием, барием, литием, бериллием и другими металлами. Концентрация стронция в золе составляет 8000 г/т, бария — 700, хрома — 300, меди — 100, молибдена — 80 г/т; содержание золота в некоторых случаях достигает 36 г/т, а урана — 8 г/т.

«Узбекский геологический журнал», 1974, № 1, стр. 23—27.

## Международная программа геологической корреляции

22—26 апреля 1974 г. в Вене состоялось заседание Совета Международной программы геологической корреляции (МПГК)<sup>1</sup>, на котором были отобраны основные вопросы, подлежащие разработке (их оказалось более 20). Цель этой долгосрочной программы, созданной по предложению Международного союза геологических наук XXVII Генеральной конференции ЮНЕСКО,— путем международного сотрудничества получить ответы на крупные и актуальные теоретические и практические вопросы геологии.

В число задач, включенных в проекты Программы, входят вопросы, связанные с геохронологией и стратиграфией, палеонтологией, вулканизмом, метаморфизмом, тектоникой и полезными ископаемыми.

Бурное развитие промышленности и рост народонаселения вызывает повышенный спрос на полезные ископаемые, в том числе и энергетические. В результате этого процесса становится очевидным, что через несколько десятилетий мир может столкнуться с нехваткой некоторых видов полезных ископаемых. Международные геологические исследования по крупным проблемам могут оказать большое влияние на расширение минерально-сырьевых ресурсов. Наряду с этим, такие исследования должны содействовать рациональному планированию развития городов и сельскохозяйственных угодий. Геологическая корреляция позволит также широко использовать в геологии автоматические методы обработки данных; она расширит, наконец, применение результатов детальных геофизических и геохимических исследований.

Определены четыре области первоочередной деятельности Программы: установление периодичности геологи-

ческих явлений — уточнение геологического календаря; закономерности эволюции земной коры; человек и окружающая его геологическая среда; энергетические и минеральные ресурсы.

Для выполнения исследований 32 страны предложили 92 проекта, из которых научными комитетами и Советом МПГК были отобраны 23 наиболее важных. В их число входят 3 советских проекта: «Граница неогена и четвертичного периода», «Офиолиты континентов и океанов» и «Металлогения докембрия». Все они посвящены весьма актуальным проблемам геологии. Кроме того, советские ученые принимают участие в работе над другими проектами.

Н. А. Богданов  
Доктор геолого-минералогических наук  
Москва

## На пути к прогнозу землетрясений

Можно ли предсказать землетрясение? Ученые 14 стран, собравшиеся в конце мая 1974 г. в Ташкенте на международный симпозиум по поискам предвестников землетрясений<sup>1</sup>, проанализировали намечавшиеся перспективы.

В целом ряде советских, американских и японских докладов о результатах как лабораторных, так и полевых исследований намечались пути теоретического обоснования одних и тех же предвестников. Широко обсуждалось, например, явление характерного изменения отношения скорости продольной сейсмической волны, проходящей через зону подготовки толчка, к скорости поперечной волны, впервые исследованной сейсмологами Гармской экспедиции Института физики Земли АН СССР. Перед сильным толчком меняется электропроводность горных пород (доклад И. Л. Нерсесова, В. И. Мячкина, О. М. Бар-

сукова, СССР), возникают характерные вариации геомагнитного поля (Р. С. Кармайкл, США, И. М. Пудовкин, СССР). Во многих докладах говорилось о характерных изменениях наклонов и деформаций в горных породах перед толчком, об изменении химического состава водных источников.

Новым для многих участников симпозиума был термин «дилатенсия», введенный в обиход американскими сейсмологами, хотя явление, обозначаемое этим словом, известно давно. Во время сжатия образца до его окончательного разрушения наступает фаза разупрочнения, временного увеличения объема с расширением имеющихся в породе пор и трещин и образованием новых трещин отрыва. Этот эффект, по принятым представлениям о физике очага, подготавливает главную, сдвиговую фазу процесса, выражающуюся в сильном землетрясении. Именно с фазой дилатенсии, по-видимому, связаны многие предвестники землетрясения.

В понимании явления дилатенсии возможны разные подходы. Американские ученые (доклад С. Х. Шольца, Л. Р. Сайкса и Я. П. Аггарвала) в основе большинства предварающих эффектов видят участие воды и растворов, перераспределяющихся в порах и трещинах в процессе дилатенсии. Советские исследования (доклад Г. А. Соболева, О. Г. Шаминой, В. И. Мячкина, Б. В. Кострова) показывают возможность «сухой дилатенсии» — многие прогностические эффекты хорошо объясняются и без привлечения воды как заполнителя пор и трещин.

С большим интересом восприняли сейсмологи сообщение М. А. Садовского о программе советско-американского сотрудничества в области прогноза землетрясений. После симпозиума для ряда американских специалистов была организована поездка в Гарм (ТаджССР), где будет развертываться часть совместных работ. Программа международного сотрудничества в области прогноза землетрясений вступила в фазу практического осуществления.

А. А. Гангнус

Москва

<sup>1</sup> «Geological correlation», № 2, Second session of Board. Vienna, 22—26 April, 1974. P., UNESCO, 1974.

<sup>1</sup> Симпозиум по поискам предвестников землетрясений. Ташкент, 1974.— Тезисы докладов. М., 1974.

## Новые международные тектонические карты

В апреле 1974 г. в Париже прошла сессия Комиссии по геологической карте мира, на которой Подкомиссия по тектонической карте мира (президент — А. В. Пейве, генеральный секретарь — В. Е. Хаин) продемонстрировала макет Международной тектонической карты Европы и смежных территорий масштаба 1 : 2 500 000. Эта карта (на 20 листах, с охватом большей площади к северу, чем на первом издании<sup>1</sup>) — совместная публикация Академии наук СССР и ЮНЕСКО — выходит в свет в конце 1975—1976 гг.

Основной принцип новой карты — выделение в пределах суши разными цветовыми гаммами как складчатых областей различного возраста (альпийской, вариссийской, каледонской и ряда более древних), так и платформенных областей, в которых погребенный складчатый фундамент перекрыт толщами осадочных пород. В свою очередь складчатые области расчленены на комплексы, деформированные в отдельные эпохи складчатости с образованием складок разных масштабов и типов.

В отличие от 1 издания, на этой карте показаны и основные черты строения континентальной окраины, дна внутренних морей и Атлантического океана, более детально расчленены изверженные породы, проявления метаморфизма, разрывные нарушения и т. д.

Сессия утвердила карту к печати и одобрила работы по составлению подробной записки.

На сессии был обсужден также проект легенды Международной тектонической карты мира масштаба 1 : 15 000 000. Теоретической основой для нее служат разрабатываемые сейчас в разных странах представления о принципиальном различии участков с континентальным и океаническим типом строения земной коры и о возможном выделении в ней ряда крупных жестких плит, разделен-

ных подвижными (геосинклинальными) поясами. Соответственно на карте будут показаны следующие области: 1) преимущественно с континентальной корой (в пределах материков и зоны шельфа), сформированной в эпоху древнее 1700—1600 млн лет — в позднем докембрии, в палеозое, мезозое и кайнозое; те же области под ненарушенным осадочным чехлом (платформы); 2) с корой переходного типа — современные подвижные пояса геосинклинального типа; 3) с преобладающей океанической корой — в пределах океанов и некоторых морей.

Проект легенды принят как основа для разработки окончательного варианта. Работа по составлению карты, несомненно, позволит лучше познать структуру и историю формирования самых разных частей земного шара и создать цельную картину строения всей поверхности Земли.

В. П. Колчанов  
Кандидат геолого-минералогических наук  
Москва

## Рудоносность дна океана

Недавно закончилась обработка материалов, собранных во время осеннего рейса 1972 г. научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев». Советские ученые-океанологи открыли на дне Тихого океана между о-вами Пасхи и Галапагосскими новый тип железо-марганцевых конкреций<sup>1</sup>. В отличие от известных железо-марганцевых конкреций, распределенных по дну океана всегда неравномерно, для нового типа рудоносных осадков характерна пластообразная форма протяженностью в несколько тысяч километров, а также значительная мощность (8—10 м).

Осадки представляют собой рыхлую илистую породу с содержанием железа от 10 до 40%, марганца до 11%, а также алюминия, титана, меди, никеля, мышьяка, сурьмы, ртути, цинка и других элементов. Осадки, кроме обычных глинистых минералов, включают аморфные минералы железа,

марганца и совершенно не содержат вулканических стекол и пеплов.

Специальные пробоотборники позволяли поднимать на борт судна колонку керна до 30 м. За время трехмесячного рейса судна поднят керн из 100 точек океана, причем в 51 были обнаружены рудоносные осадки. Распространение рудоносных осадков на дне было прослежено на площади почти в 100 тыс. км<sup>2</sup>.

Советские ученые установили, что механизм накопления рудоносных осадков на дне океана представляет собой обычное осаждение минеральных веществ с формированием пластотых залежей. Источником этих минерализованных осадков служат не материи, как думали ранее, а поступление вещества из глубин Земли. Это и определяет специфику руд. Подобный тип источников минеральных веществ известен и на материках.

Исследование процессов осадконакопления и рудоносных толщ океанов имеет большое значение для оценки месторождений ископаемых на континентах.

И. Б. Иванов  
Кандидат геолого-минералогических наук  
Москва

## Гипотеза возникновения островных цепей

Более десяти лет назад канадский геофизик Дж. Т. Уильсон высказал мнение, что островные цепи и линейно расположенные вулканы возникают в результате подъема на поверхность из недр Земли «столбов» расплавленной материи и взаимодействия с ними перемещающихся крупных плит земной коры.

Однако факты, появившиеся в конце 1973 — начале 1974 гг., ставят эту гипотезу под сомнение. Так, материалы, полученные в результате глубинного бурения «Гломара Челленджера» в Тихом океане, указывают, что островная цепь Лайн (Центральные Полинезийские Спорады) образовалась за короткий промежуток времени, что противоречит теории Уилсона.

В связи с этим Э. Д. Джексон и Г. Шоу (США) предложили новую ги-

<sup>1</sup> Международная тектоническая карта Европы (на 16 листах). Масштаб 1 : 2 500 000, 1962.

<sup>1</sup> «Природа», 1970, № 5, стр. 63; 1972, № 2, стр. 110; № 3, стр. 105.

потезу. Так как невозможно предположить существование «столба» расплавленной материи под каждым вулканом, остается думать, что трение между плитами земной коры и слоем астеносферы, лежащим под ними, должно создавать локализованный поток тепла, направленный не вверх, а вниз. Этот поток, согласно их мнению, приводит к расплаву материи, в ходе которого более тяжелые элементы, такие, например, как железо, опускаются и образуют «гравитационный якорь», тормозящий движение и привлекающий окружающую материю. Такой «якорь», по-видимому, удерживает притекающую сюда вместе с движущейся плитой земной коры вязкую материю от перемещения в сторону. Авторы гипотезы считают, что имеющиеся данные о соотношении между тяжелыми и легкими элементами в глубинных породах около Гавайских о-вов, а также вариации в скорости прохождения сейсмических волн через мантию Земли подтверждают их гипотезу.

«Science News», v. 105, 1974, № 4, p. 53 (США).

## «Первенец» в Японском море

С сентября по декабрь 1973 г. проходил 20-й рейс научно-исследовательского судна «Первенец» Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР. Цель рейса — продолжение изучения геологии дна Японского моря.

В северной части Японского моря было проведено непрерывное сейсмическое профилирование (НСП) от берегов Приморья до подводной возвышенности Витязь. В районе юго-восточной окраины этой возвышенности был сделан ряд эхолотных промеров и была составлена карта рельефа морского дна.

Оказалось, что возвышенность Витязь по своему геологическому строению похожа на осколок материка, погрузившегося на глубину около 1 тыс. м ниже ур. м. Породы фундамента перекрыты маломощным чехлом осадков неогенового и четвертичного возраста.

К востоку от мыса Южный также были выполнены эхолотные промеры, проведена серия профилей НСП, отобраны пробы горных пород дночерпателями, прямоточными трубками и драгами. Собранные материалы позволили значительно продлить на север геологическую карту дна Японского моря.

Недалеко от о. Уллындо обнаружены конусообразная подводная гора высотой ~2 км и две относительно крупные подводные возвышенности со слабой волнистой поверхностью, геологическое строение которых оказалось в общих чертах близко к строению блока Витязя. Эти холмы сложены трахилитпаритами — продуктами подводных вулканических извержений, происшедших несколько столетий или тысячелетий назад. Склон возвышенности, расположенной северо-восточнее о. Уллындо сложен гнейсами, гнейсо-гранитами и мигматитами, абсолютный возраст которых, по определению рубидий-стронциевым методом в лаборатории Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института ДВНЦ АН СССР (Магадан), 2097—2231 млн лет соответствует раннему протерозою. Исследования подтвердили, что эта подводная возвышенность отделена от подобных ей глубоководным рифтом.

Таким образом, получены новые доказательства высказанного ранее предположения о формировании впадины Японского моря в результате растяжения земной коры материкового типа, раскалывания ее на отдельные блоки и образования коры, близкой к океанической, на месте рифтов, возникших в результате раздвигания блоков.

И. И. Берсенева  
Доктор геолого-минералогических наук

Владивосток

## Находка миллозевичита в СССР

Миллозевичит  $[(AlFe^{+3})_2(SO_4)_3]$  — весьма редкий минерал — ранее был обнаружен лишь однажды на Липарских о-вах в Италии.

Осенью 1972 г. Б. И. Сребродольский (Львовский государственный университет) нашел миллозевичит на терриконе шахты «Великомостовская 3» в Львовско-Волыньском угольном бассейне. Эта первая находка миллозевичита в нашей стране существенно дополняет сведения о минерале. Минерал встречался в виде легких, пористых и сухаристых, похожих на пемзу, полусферических и сталактитовых образований длиной до 3 см и диаметром до 2,5 см. Ими были обильно покрыты стенки трещин в углеродсодержащих породах, в места, где проходят сернистые газы  $H_2S$  и  $SO_2$ . Температура на глубине 15 см у стенок трещины, где находились натечки миллозевичита, была  $490^\circ C$ , а температура наружного воздуха составляла  $10^\circ C$ .

Цвет минерала от ярко-красного до кирпично-красного, твердость 1,5, удельный вес 1,72. В воде не растворяется, но растворяется в кислотах.

Образование миллозевичита связано, по мнению автора, с разложением углеродных пород горячими сернистыми газами. Такое высокотемпературное разложение пород на терриконах сходно, как он считает, с минералообразованием в области современного вулканизма.

ДАН СССР, т. 214, 1974, № 2, стр. 429—430.

## Итоги 1973 «вулканического» года

В 1973 г. во всем мире произошло около 20 вулканических извержений. Во время крупнейшего из них, начавшегося 23 января на о. Хеймаэй (Исландия)<sup>1</sup>, впервые в истории была предпринята попытка в сравнительно широком масштабе воздействовать на процессы движения лавы: поданные по шлангам и трубопроводам большие массы морской воды охладили отдельные языки и образовали преграду для продвижения лавы.

В течение 1973 г. в Японии отмечено 3 крупных извержения. В их числе начавшееся еще в 1972 г. взрывное извержение вулкана Сакурадзима

<sup>1</sup> Подробно см.: «Природа», 1973, № 9, стр. 102.

(южная часть о. Кюсю). В начале февраля внезапно взорвался вулкан Адзума на о. Хонсю. Звуковая волна от взрыва была отмечена на расстоянии 80 км. Большое количество выброшенного пепла покрыло весь остров и прилегающую часть Тихого океана. С апреля по сентябрь продолжались подводные извержения вблизи о. Нисино-Сима (о-ва Бонин), в результате чего возникла новая гряда пепловых конусов в океане, протянувшаяся на 600 м.

Происходило длительное извержение Килауэа (о. Гавайи), вызвавшее в мае 1973 г. землетрясение с магнитудой 6,2, и из лавового озера в кратере Мауна-Улу, в течение 4,5 лет остававшегося стабильным, вырвался лавовый поток и залил обширный район.

Активность начали проявлять 4 вулкана в Никарагуа: Акатананго, Пакайя, Фуэго и Сантьягито. Последний из них в 1973 г. впервые за 40 лет выбросил из себя палящее облако. Взрыв вулкана Хадсон в Чили привел к возникновению грязевого потока. Извергались также вулканы Палувах (Индонезия), Лонг-Айленд (у берегов Новой Гвинеи), Лангила, Улавуун (оба на о. Новая Британия), на рифе Кюрасоа (у берегов Самоа), на островах Кунашир и Итуруп (Курилы), Акутан и Павлова (Алеуты).

«Geotimes», v. 19, 1974, № 1, p. 33 (США).

## Уточнение границ дрейфующих льдов

Сканирующий микроволновой радиометр, установленный на метеоспутнике «Нимбус-5», дал возможность сфотографировать обширные районы Арктики и Антарктики. Изученные снимки, выполненное в Годдардовском центре космических полетов НАСА под руководством П. Глерсена, позволило уточнить внешние границы дрейфующих полярных льдов. Эти границы оказались более изрезаны, чем считалось до сих пор.

Оборудование «Нимбуса-5» позволяет оценить ледовую обстановку при любом облачном покрове, нередко скрывающем полярные районы планеты.

Сопоставление некоторых снимков,

сделанных за непродолжительное время, показывает, что крупномасштабные изменения в расположении льдов довольно часто происходят за весьма краткий период. В особенности это свойственно границам многолетних паковых льдов, сконцентрированных непосредственно вокруг Северного полюса.

«Science News», v. 104, 1973, № 11, p. 168 (США).

## Оледенение и магнитное поле Земли

Геохимик Н. Накаи (Нагойский университет, Япония) предложил гипотезу, связывающую возникновение оледенения с изменениями магнитного поля Земли. Он опирается на недавно высказанные предположения, что временами радиационные пояса, окружающие планету, по неизвестной причине исчезают и направление магнитного поля Земли изменяется на обратное.

Накаи считает, что исчезновение магнитно-радиационного «щита» позволяет космическим лучам беспрепятственно вторгаться в атмосферу и ионизировать свободный водород и кислород, которые образуют гигантские количества водных паров. Эти пары сокращают количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, что приводит к ее охлаждению.

Когда процесс перестройки магнитного поля планеты завершился, радиационные пояса восстанавливались и атмосферные условия возвращались к норме. Вместе с ними возобновлялась интенсивность доходящей до поверхности Земли солнечной радиации, и климат становился теплее.

«Science News», v. 105, 1974, p. 62 (США).

## И от ураганов польза

Анализируя материалы наблюдений, собранные во время нескольких ураганов в Мексиканском заливе и собственно Атлантическом океане, П. Дж. Блек (США) сделал вывод об их побочном эффекте, приносящем определенную пользу.

В период ураганов происходит бо-

лее глубокое, чем обычно, перемешивание водных масс. В результате в полосе моря, над которой прошел ураган, в верхний слой поднимаются обогащенные питательными веществами воды, привлекающие большое количество морских организмов, в том числе и служащих объектом рыболовства. Так, после прохождения одного из ураганов над Мексиканским заливом было обнаружено, что масса фитопланктона в его районе почти удвоилась.

Изучение урагана «Эллен», прошедшего 21 сентября 1973 г. в 1 тыс. км к северо-востоку от Бермудских о-вов (в исследованиях применялись сбрасываемые с самолета-лаборатории «С-130» батитермографы, измеряющие температуру океана на 300-метровой глубине), показало, что разгоняя в стороны поверхностные воды, ураганный ветер может приводить к подъему холодных глубинных слоев вблизи центра урагана, причем масштаб этого явления настолько велик, что на поверхность может выходить термоклин.

Созданная прохождением урагана полоса холодных поверхностных вод существует нередко в течение нескольких недель. Оказавшись на пути следующих ураганов, она может уменьшать их потенциальную интенсивность, лишая их энергии, обычно черпающейся из теплых вод. Поэтому местоположение и температура такой холодной полосы должны приниматься в расчет при прогнозировании новых ураганов.

«EOS», v. 55, 1974, № 3, p. 152—153 (США).

## Зондирование озона с рейсовых самолетов

В течение 1970—1973 гг. в Научно-исследовательском институте авиационной метеорологии при Ленинградском гидрометеорологическом институте проведено 80 экспериментальных полетов на рейсовых самолетах Аэрофлота для измерения атмосферного озона. Исследования показали, что количество озона в кабине самолета оказалось равным содержанию озона на высоте полета. Отбор проб наружного воздуха при скорости 800—850 км/час связан с боль-

шими техническими трудностями и в условиях рейсового полета практически неосуществим. Поэтому предлагаемый метод весьма эффективен для измерения атмосферного озона над малоосвещенными в метеорологическом отношении районами, а так же в условиях полярной ночи, когда производство спектрофотометрических наблюдений значительно осложнено.

Сравнение полученных результатов с данными зондирования атмосферного озона подтвердило, что распад озона в компрессорах двигателей самолетов незначителен.

Высказана гипотеза, что озон в атмосфере располагается в виде «озонных облаков», пространственная структура которых определяется метеорологическими условиями: высотой тропопаузы, вертикальными движениями в атмосфере, турбулентным перемешиванием и, возможно, солнечной активностью.

Новый метод исследования пространственного распределения атмосферного озона сочетает точность электрохимических измерений с оперативностью охвата больших горизонтальных пространств и может быть использован для изучения вариаций абсолютной концентрации озона в тропосфере и в нижней стратосфере.

«Метеорология и гидрология», 1974, № 2, стр. 103—107.

## Уменьшение окиси азота в стратосфере

Группа сотрудников лаборатории изучения ресурсов воздуха Национального управления по изучению океана и атмосферы США измерила содержание окиси азота ( $\text{NO}_2$ ) в стратосфере при помощи приборов, установленных на борту высотных шаров-зондов. Оказалось, что в стратосфере содержится втрое меньше  $\text{NO}_2$ , чем предполагалось. Исследователи полагают, что причина этого явления может лежать в еще не известных процессах, происходящих в высоких слоях атмосферы, например в химических реакциях, продуктом которых, помимо озона, могут быть другие вещества. Возможно также,

что снижение степени концентрации  $\text{NO}_2$  в стратосфере — следствие влияния вертикального перемешивания атмосферы или фотохимического эффекта солнечной радиации.

«Science News», v. 105, 1974, № 2, p. 27 (США).

## Источники загрязнения океана

По заданию Национального управления по изучению океана и атмосферы США в 1973 г. был обследован участок океана, примыкающего к восточному побережью Северной Америки, общей площадью более 1 млн 820 тыс. км<sup>2</sup>. Анализ показал, что сгустки гудрона, часто встречающиеся в этой области, в основном образуются от нефтяных отходов, сбрасываемых за борт танкерами и другими судами.

С другой стороны, главной причиной нефтяного загрязнения Мексиканского залива, где идет активная добыча жидкого горючего, служат аварии при бурении и другие случаи утечки нефти. Однако в общем Мексиканский залив значительно менее загрязнен нефтепродуктами, чем собственно Атлантический океан.

«Science News», v. 105, № 4, 1974, p. 59 (США).

## Химическое загрязнение вод Северной Атлантики

В течение 1972—1973 гг. учеными Государственного океанографического института на научно-исследовательском судне «Шквал» изучалось загрязнение вод Северной Атлантики. Исследования пространственного распределения химических загрязнений показали, что воды Северной Атлантики содержат нефтепродукты, детергенты, ртуть в количествах, превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК). Наибольшее загрязнение нефтью и нефтепродуктами было обнаружено около залива Мэн (северо-восточное побережье

США). Концентрации нефтепродуктов в поверхностных слоях достигают 20—40 ПДК, а в подстилающем слое нередко доходят до 50 ПДК. Отдельные, довольно обширные районы загрязнения обнаружены также у южного побережья Ньюфаундленда и берегов Флориды. В строжие основного потока Северо-Атлантического течения наблюдаются минимальные концентрации нефтепродуктов, а на периферии его и в местах завихрений достигают соответственно 10—20 и 20—60 ПДК. Сильное загрязнение вод обнаружено на восточной окраине Саргассова моря. В зоне Гольфстрима чаще всего наиболее высокие концентрации нефтепродуктов встречались в слое 0—10 м, однако в районе Флориды даже на глубинах 300—500 м наблюдались концентрации нефтепродуктов порядка 20 ПДК и более.

Загрязнение детергентами в водах, омывающих берега Европы, наиболее значительно в Гибралтарском проливе (более 8 ПДК), у побережья Португалии (до 2,5 ПДК) и на выходе из Северного пролива (2 ПДК). В зоне Северо-Атлантического течения концентрации детергентов в целом невелики и только в отдельных локальных участках превышали ПДК. В восточной части этого района наблюдалось глубокое проникновение в океан загрязненных детергентами вод от берегов Великобритании.

Загрязнение ртутью обнаружено повсеместно в прибрежных водах Западной Европы. Максимальные концентрации отмечены в Гибралтарском проливе (до 2 ПДК), у Лиссабона (до 2 ПДК), в проливе Ла-Манш и у западного побережья Ирландии (более 2 ПДК). Отмечается мощный выброс загрязненных ртутью вод из Северного пролива. Содержание ртути в восточной и центральной частях Северо-Атлантического течения колеблется в пределах 0,3—4 ПДК. Наибольшее загрязнение обнаружено в районе залива Мэн (до 6 ПДК) и около устья р. Саванна (до 2 ПДК).

Струи Гольфстрима, Северо-Атлантического течения и его продолжений, насыщаясь у берегов Северной Америки и Европы загрязняющими веществами, имеют несколько зон разгрузки, в число которых входят

Саргассово и, по-видимому, Норвежское и Баренцево моря. Эти зоны разгрузки становятся гигантскими аккумуляторами вредных веществ.

«Метеорология и гидрология», 1974, № 3, стр. 61—69.

## Охрана вод Байкала

Опубликованы «Временные правила охраны вод озера Байкал и естественных ресурсов бассейна этого озера».<sup>1</sup>

«Правила» содержат разделы: охрана вод, охрана земель, охрана рыбных ресурсов, охрана лесов и их использование, охрана государственного охотничьего фонда и ведение звероводства в водоохранной зоне озера Байкал, организация и использование территории и акватории бассейна озера Байкал для целей отдыха и туризма, режим их охраны, транспорт. В «Правила» входят также нормы допустимой концентрации минеральных веществ и других соединений в очищенных сточных водах Байкальского целлюлозного завода и правила рубок главного пользования в лесах бассейна озера Байкал.

В разделе «Охрана рыбных ресурсов» указывается порядок проведения водной и земельной мелиорации, создания лесных водоохраных полос, применения ядохимикатов, гарантирующий сохранение и восстановление стад ценных промысловых рыб Байкала.

Раздел «Охрана лесов и их использование» регламентирует порядок охраны лесных массивов, рубки леса и транспортировки древесины в бассейне Байкала. Запрещаются экстенсивные методы лесозаготовки, молевой сплав леса по рекам бассейна озера и пр.

В соответствии с «Правилами», действующие предприятия обязаны строго соблюдать технологический режим производства, не допускать нарушения установленных техническим проектом величин водопотребления, уровня загрязненности образующихся стоков, методов и степени очистки сточных вод. Запрещен сброс всех

видов неочищенных сточных вод и других видов отходов от промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов в водоемы водоохранной зоны Байкала.

«Правила» указывают, что развитие производств, имеющих особо вредные и трудно поддающиеся очистке сточные воды, таких как химические и целлюлозно-бумажные, должно ограничиваться в бассейне Байкала уже имеющимися предприятиями, с переводом их в дальнейшем на максимальное обратное водоснабжение. Размещение же промышленных предприятий, технология которых и схемы очистки стоков не апробированы в производственных условиях, в бассейне Байкала не допускается.

Ю. П. Беличенко, Ю. Г. Егоров

Москва

## Население Румынии

По данным бухарестского Центрального статистического управления, на 1 июля 1972 г. население Румынии составляло более 20 млн человек, из них 10,16 млн мужчин и 10,5 млн женщин. По сравнению с 1950 г. население страны увеличилось на 4,35 млн человек. Средние темпы роста населения в последние 22 года составляли 1,1%.

Самая высокая рождаемость отмечена в уезде Васлуй: 26,1 живых новорожденных на 1000 жителей. За ним следует Ясский уезд: 24,6. Родившиеся после 1944 г., т. е. за 30 лет, истекших после освобождения Румынии, составляют 46% общей численности населения.

По возрастному признаку население страны делится следующим образом: 25,4% — до 15 лет, 60,8% — от 15 до 50 лет, 13,8% — от 50 до 60 лет и старше. Средняя продолжительность жизни (в период 1970—1972 гг.) мужчин — 66 лет, женщин — 71 год.

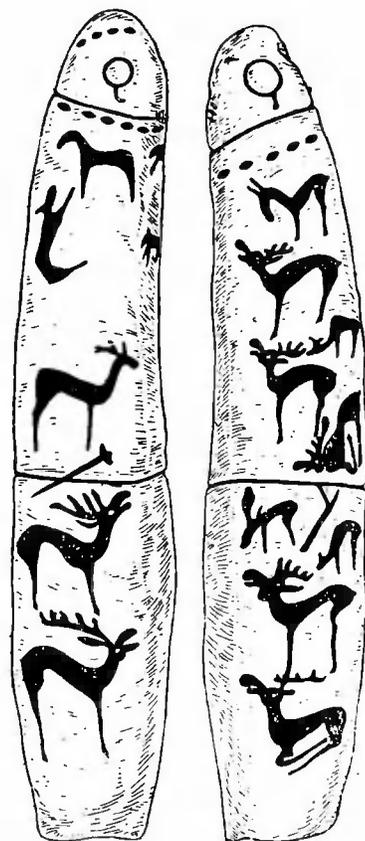
Предполагается, что к концу 70-х годов население в стране достигнет 24—25 млн человек. К 1990 г. удельный вес населения, занятого в промышленности и в строительстве, превысит 50%, а в сельском хозяйстве снизится до 10—15%.

«Румынские горизонты», 1974, № 4, стр. 33.

## Новое о судьбе «звериного стиля»

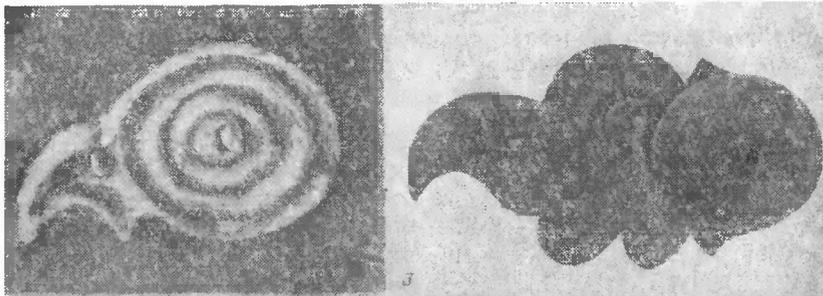
В последние годы в Туве найдены уникальные художественные изделия, выполненные в скифо-сибирском зверином стиле<sup>1</sup> характерном для искусства ранних кочевников степного пояса Евразии в скифское время (VII—III вв. до н. э.). С. И. Вайнштейн (Институт этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая АН СССР), исследуя современное тувинское народное искусство и его генетическую связь с культурой древних племен Саяно-Алтая, установил, что оно сохраняет яркие реликты звериного стиля (в украшениях конской упряжи, в мелкой пластике и орнаментике). Так,

<sup>1</sup> «Природа», 1972, № 9, стр. 112.

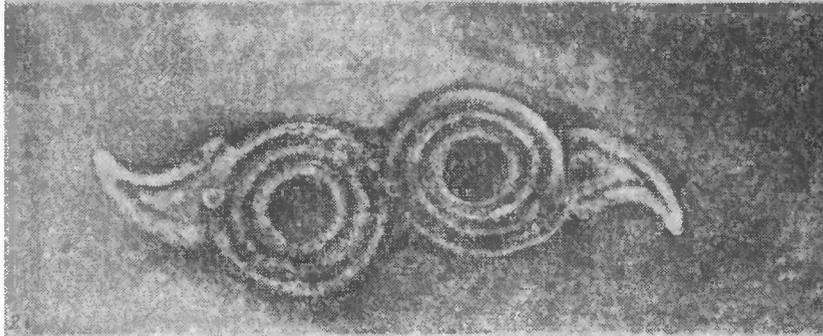


Оленьи камни (слева — Шушинский, справа — Туранский). Тува. Прорисовка С. И. Вайнштейна.

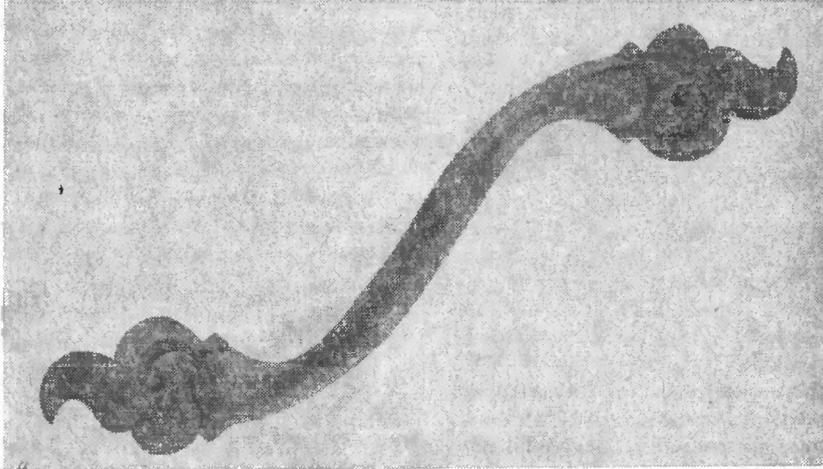
<sup>1</sup> Временные правила охраны вод озера Байкал и естественных ресурсов бассейна этого озера. М., 1974.



Мотив «голова грифона» в декорировке деталей конской упряжи тувинцев и ранние кочевников. 1, 2 — роговые седельные бляхи тувинцев (Каа-Хемский район, фото С. И. Вайнштейна); 3, 4 — деревянные украшения конской упряжи из Тузуктинского кургана Алтая (по С. И. Руденко). I тыс. до н. э.



Голова козерога. Бронза. Тува, могильник Кокзель. I тыс. до н. э. Раскопки С. И. Вайнштейна.



современные костяные седельные бляхи тувинцев в форме стилизованных голов грифона (сдвой и парной) удивительно близки к выполненным в зверином стиле деревянным украшениям конской упряжи племен «скифского мира», живших в Саяно-Алтае 2,5 тыс. лет назад, а в современных резных деревянных игрушках встречаются специфические приемы раннекочевнической стилизации. В орнаментике тувинцев прослеживается ряд мотивов, также восходящих к искусству звериного стиля (таковы, например, модификации узора «рога барана»).

Вместе с тем в народном искусстве тувинцев, как и у ряда других скотоводческих народов Сибири и Центральной Азии, обнаружены черты искусства местных племен докочевнического периода. Таковы, в частности, приемы декорировки тувинских деревянных ведерок для молока, имеющие очень близкие аналогии в украшениях керамических сосудов докочевнических степных племен эпохи бронзы, живших в Южной Сибири около 4 тыс. лет назад. Однако наибольшее влияние на тувинское народное искусство оказала культура поздних кочевников (древние тюрки, кыргызы и др.). Все это позволяет выделить в тувинском народном искусстве конца XIX — начала XX в. три основных историко-генетических слоя — докочевнический, раннекочевнический (с реликтами звериного стиля), позднекочевнический — и свидетельствует об ошибочности длительно господствовавшей точки зрения о



развитии этого искусства тувинцев, как и ряда других народов Южной Сибири и Центральной Азии, под влиянием, главным образом, китайской культуры.

С. И. Вайнштейн. История народного искусства Тувы, М., 1974.

## Создается университет ООН

Генеральная Ассамблея ООН, состоявшаяся в конце 1973 г., одобрила устав Университета ООН. Своеобразие Университета ООН в том, что он не будет высшим учебным заведением в обычном понимании, а будет включать в себя сеть институтов различных стран мира. Как отмечается в уставе Университета ООН, его цель — создание международного сообщества ученых, занимающихся научными исследованиями, послеуниверситетским образованием и распространением знаний. Процесс формирования Университета ООН рассчитан на пять лет. В течение этого времени в различных странах будут созданы научно-исследовательские центры и центры послеуниверситетского образования, которые явятся составной частью Университета ООН.

Одна из основных задач Университета ООН — в глобальных масштабах изучать проблемы влияния науки и техники на окружающую среду. Определена примерная тематика институтов, которые могут стать членами Университета ООН: это институты океанологии, гидрологии, нефти, а также институты, занимающиеся проблемами народонаселения.

В настоящее время более 25 стран заявили о своем намерении принимать участие в деятельности Университета ООН. Штаб-квартира Университета ООН откроется в октябре текущего года в Токио.

«Новости ЮНЕСКО», 1974, № 3, стр. 17—18.

## Новая международная премия

Американский Институт физики учредил новую международную премию «За новый материал», которая будет присуждаться начиная с 1975 г. Премией будут отмечаться как тео-

ретические, так и экспериментальные работы, представляющие собой значительный вклад в углубление понимания свойств новых материалов. Лауреат (их может быть несколько) награждается почетным дипломом и денежной премией.

«Physics today», v. 27, 1974, № 5, p. 75 (США).

## Коротко

● Изучение инфракрасного спектра Юпитера в районе 10 мкм позволило С. Риджуэю (Национальная обсерватория Кит-Пик, США) установить, что в атмосфере этой планеты присутствуют этан (~0,004) и ацетилен (~0,00008).

«Science News», v. 105, 1974, № 6, p. 91 (США).

● Сотрудники национального ракового центра Токио Ё. Юсиока, Т. Сано и Т. Икекава выделили из водного экстракта съедобного гриба *Flammulina velutipes* два полисахарида с высокой противоопухолевой активностью в отношении перевиваемой саркомы-180. Один из них по химической природе оказался глюканом, а другой содержал глюкозу, галактозу, маннозу и арабинозу.

«Chem. Pharmac. Bull.», v. 21, 1973, № 8, p. 1772 (Япония).

● Группа сотрудников Лаборатории распространения радиоволн Национального управления по изучению океана и атмосферы США в Боулдере (штат Колорадо) показала, что надежным индикатором приближения ураганов-торнадо, очевидно, могут служить атмосферные электрические разряды с частотами от 1 МГц и выше.

«Science News», v. 105, 1974, № 4, p. 59 (США).

● А. С. Хохлов и И. Н. Блинова (Институт химии природных соединений АН СССР) установили строение нового железосодержащего антибиотика виридомидина А, продуцируемого штаммами *Actinomyces viridaris*.

Одно из доказательств правильности установленного строения виридомидина А — его синтез из п-окси-

бенальдегида: синтезированный антибиотик был идентичен природному по физико-химическим свойствам и антибактериальной активности.

ДАН СССР, т. 215, 1974, № 6, стр. 1493.

● Сотрудниками кафедры энтомологии биологического факультета Московского государственного университета В. Б. Чернышевым и С. А. Яровенко предложен новый метод регистрации выхода насекомых из куколок. Суть метода в том, что насекомое, влажное в момент выхода из куколки, временно замыкает собой токопроводящие пластины регистрирующего устройства, состоящего из усилителя постоянного тока и самписца.

«Зоологический журнал», т. 111, 1974, вып. 5, стр. 779.

● Комитет по информации в области наук о Земле Американского геологического института (Вашингтон) разработал план принципиально нового издания, призванного помочь специалистам в поиске необходимой информации. Новый журнал будет публиковать краткие резюме статей по геологии Северной Америки, которым еще только предстоит увидеть свет в научных журналах.

«Geotimes», v. 18, 1973, № 12, p. 32 (США).

● В экспериментах, проведенных вблизи побережья Флориды, установлено, что полихлорвиниловые пленки противостоят волнам различной силы не разрушаясь и гасят небольшие волны полностью на всей площади, покрытой полимерной пленкой. В тех случаях, когда частоты волн превышали 0,29 гц, их энергия снижалась до 54% от энергии окружающей части моря.

«Bulletin of the American Meteorological Society», v. 54, 1973, № 10, p. 1044 (США).

● 13 февраля 1974 г. произошло извержение подводного вулкана Нисино-сима-синто. Теперь он представляет собой остров-вулкан уже с пятью вершинами, образованными шлаково-пепловыми конусами.

«Smithsonian Institution Event Notification Card», № 1833, 1974 (США).

# Антропология о происхождении славян

С. А. Арутюнов  
Доктор исторических наук

Москва

Т. И. Алексеева. ЭТНОГЕНЕЗ ВОСТОЧНЫХ СЛАВЯН ПО ДАННЫМ АНТРОПОЛОГИИ. Изд. МГУ, 1973, 330 стр.

В многоэтажном и величественном здании истории человечества, помимо его парадного, всеми обозримого фасада, украшенного портретами великих деятелей, мыслителей, законодателей, полководцев, под этажами, заполненными описаниями битв и восстаний, эдиктов и пактов, имеется скрытая, но фундаментальная часть. Здесь действуют уже не отдельные выдающиеся лица, даже не группы лиц, даже не партии, сословия, классы или государства, а огромные массы людей, целые племена, племенные союзы, народы и группы народов. Князь и смерд, купец и воин равны в этих процессах, которые значимы лишь в статистическом осмыслении, в переводе на язык чисел, но которые, будучи прослежены, помогают нам осознать глубинную историю, связи и соотношение народов на всем пути их формирования и существования. Эту часть истории принято называть этнической историей. Нет нужды говорить, какое огромное значение имеет углубленное исследование этнической истории народов мира для понимания коренного единства всего человечества, для осознания идеи братства народов. И, конечно, для нас, советских людей, имеет огромное значение исследование деталей этнической истории всех народов Советского Союза, и в первую очередь крупнейших среди них восточнославянских народов — русских, украинцев и белорусов.

Проблемы этнической истории решаются усилиями целого комплекса наук — археологии, этнографии, истории, лингвистики, документоведения, но, пожалуй, ведущую роль здесь

призвана играть физическая антропология, исследование как наших, ныне живущих современников, так и ископаемых останков наших предков. Ибо в конечном счете лишь так можно составить количественное и качественное представление о пути формирования данного народа, его этногенезе, т. е. о том, какие компоненты вошли в его состав и в каком приблизительном процентном соотношении находились в каждую эпоху.

Поэтому понятно, что новая книга советского антрополога Т. И. Алексеевой «Этногенез восточных славян по данным антропологии» сразу привлекла к себе большое внимание.

История антропологического изучения восточных славян, очерченная в вводной части этой книги, насыщена более ста лет, начинаясь трудами А. П. Богданова о древнем населении Подмосквья. Большое значение для развития знаний о древних славянах имели работы чешского археолога Л. Нидерле, который ограничивал прародину славян восточной Польшей, южной Белоруссией, северной и центральной Украиной и говорил о смешанном физическом облике праславян, возникших на стыке светлой длинноголовой североамериканской расы и темной круглоголовой средневропейской расы. Многие уточнено в вопросах антропологии древних славян трудами Д. Н. Анучина, Е. М. Челурковского, В. В. Бунака, Г. Ф. Дебеца, В. В. Седова, Т. А. Трофимовой, Н. Н. Чебоксарова и других. Однако обобщающее исследование по вопросам антропологии древних и современных восточных славян, несмотря на довольно боль-

шое количество весьма весомых частных исследований, до сих пор отсутствовало. С выходом в свет книги Т. И. Алексеевой восполняется этот пробел и корпус литературы по этому вопросу на нынешнем уровне наших знаний можно считать законченным, хотя, конечно, в будущем появление новых материалов может потребовать пересмотра отдельных, ныне кажущихся вполне достоверными, положений.

Начало книги посвящено характеристике источников, т. е. коллекциям черепов восточных славян эпохи средневековья. Автор дает скрупулезный обзор коллекций и перечень точно датированных черепов из курганов, распределенных по древним племенным группам, а также очерчивает круг материалов, доступных для сравнения в соседних группах, по западным и южным славянам, а также германцам, балтам, финно-уграм, тюркам и племенам Крыма и Кавказа. Далее анализируются данные измерений этих черепных серий, произведенных автором лично, и дается антропологическая характеристика ранне-средневековых восточнославянских племен.

Все эти данные сведены в наглядные диаграммы и наложены условными значками на карту. На диаграммах мы можем видеть, как соотносятся восточные славяне в целом с такими группами, как балты, финны, кочевые племена южнорусских степей, волжские булгары и население Северного Кавказа по таким признакам, как высота и ширина лица, носовой указатель, высота орбит и др. На картах эти же признаки распределе-

ны более подробно, по отдельным группам восточных славян и их соседей, обрисовывая их ареальную изменчивость. Автор видит свою задачу в том, «чтобы на широком антропологическом фоне оценить физический облик восточнославянского населения, степень однородности его состава, понять, какой антропологический элемент пришел в Восточную Европу со славянами, и выяснить долю местных элементов в сложении восточных славян» (стр. 99).

Особое внимание уделено обзору данных по населению русских средневековых городов. Т. И. Алексеева приходит к выводу, что хотя по облику кое в чем (форма черепа, ширина лица) оно отличалось от сельского, но отличия эти были обусловлены отнюдь не какими-то иными примесями в городах (иначе они не могли бы быть столь единообразны), а явились результатом изменения условий жизненной среды и питания в городах. Генетически же население каждого города было тесно связано прежде всего со своей сельской окрестностью.

Автором книги были проведены исследования и по современному восточнославянскому населению, среди нескольких десятков групп русских, украинцев и белорусов. Ставя задачу сравнить современные восточнославянские группы с древними, Т. И. Алексеева должна была разрешить весьма трудную проблему: в какой мере различия между современными русскими, украинцами, белорусами, с одной стороны, и древними восточными славянами, с другой, обязаны каким-то более поздним инородным примесям и в какой мере они происходят от закономерностей эпохальных изменений облика людей, происходящих неизбежно даже в полностью изолированных популяциях.

Те весьма важные выводы, к которым приходит Т. И. Алексеева на основании рассмотрения материалов, распределенных по всем этим разделам ее работы, подытожены ею в заключительной главе книги.

Прежде всего, становится ясным, что, несмотря на обширность территории, занимаемой древними славянами, они образуют вполне четко

очерченную антропологическую общность, достаточно определенно ограниченную от германцев, но сближающуюся с балтами. Нетрудно заметить, добавим мы, что такой же вывод можно сделать не только на антропологическом, но и на лингвистическом материале. В то же время в пределах обитания славян наличествует достаточное разнообразие антропологических черт. Это находится в связи с разнородностью соседнего населения, с которым они соприкасаются: на севере и востоке — финно-угры, на западе — германцы, на юге — балканские народы. В общем подтверждается вышеуказанная точка зрения Л. Нидерле о нахождении прародины славян на стыке двух ветвей европейской расы — северной и южной. Существует определенная преемственность между степными племенами эпохи бронзы (исключая трипольцев), скифами, населением черняховской культуры и племенной группой полян. Через последних современные украинцы, очевидно, унаследовали многие черты облика, восходящего к древнему иранскому населению юга Европейской части СССР. Напротив, «в современном русском населении меньше черт финно-угорского субстрата, чем это можно было бы предполагать по ходу истории племен, которые легли в его основу» (стр. 256), хотя финно-угорское влияние сильно выражено в русском населении крайнего Северо-Запада и Севера.

Очень важен вопрос о соотношении восточных славян и германцев. Т. И. Алексеева заключает, что по решающим антропологическим признакам эти две группы диаметрально противоположны, тогда как западные славяне занимают между ними промежуточное положение. Что же можно сказать по «готскому» и «норманнскому» вопросам, которые до сих пор были остро дискуссионными? Ответ парадоксален, но бесспорно документирован: хотя и есть археологические следы готского влияния от Балтики до Балкан, но антропологические указания на них отсутствуют. То ли готы были здесь очень малочисленны, то ли они вообще представляли собой сборную группу, куда зачислялись племена самого раз-

ного происхождения (например, хорваты), но на той территории, которая долгое время была подчинена готскому влиянию, антропологических следов их не осталось.

Черняховская культура Поднепровья генетически связана со скифами, точнее, с местным иранизированным населением, входившим в состав скифского царства. Представление же о готской принадлежности черняховской культуры в свете антропологических данных оказывается несостоятельным.

На территории Древней Руси есть ряд памятников, которые археологически могут быть связаны с норманнами. Некоторое число норманнов, очевидно, погребено в могильниках близ Старой Ладogi, в Шестовицком могильнике близ Чернигова, где отмечено их смешение со славянским населением. Однако число их, очевидно, было ничтожно, ибо влияние на общий облик населения они не оказали. Что касается киевлян, то, отмечает Т. И. Алексеева, ни одна из славянских групп не отличается в такой степени от германских, как городское население Киева. Если и были норманны в дружине киевского князя, то были их считанные единицы.

По данным антропологии, в генезисе белорусов участвовали и балты, и восточнославянские племена более южных территорий. Украинцы связаны со средневековым населением Днепро-Днестровского бассейна, в их облике отразилось влияние романоязычного и более раннего ираноязычного населения. Русские в настоящее время оказываются более или менее однородным антропологически народом, связанным генетически с северо-западным и западным славянским населением и впитавшим в себя черты местного финно-угорского субстрата. Местные варианты, кроме конкретных пограничных зон, скорее связаны с внутренними процессами эволюции, с разной величиной круга брачных связей, нежели с различными чужеродными генетическими притоками.

Последний абзац книги содержит следующий вывод: «Итак, можно без преувеличения сказать, что в антропологическом облике восточных сла-

вян отразилась вся сложность и многогранность этнической истории славян и их этногенеза. Это и формирование их в зоне контакта северных и южных европеоидов, и древнейшие генетические связи с балтами, и включение в свой состав ираноязычного и

финноязычного населения при продвижении на восток, и, что самое существенное, общность этнической истории всех восточнославянских народов» (стр. 273).

Этот итог книги, на наш взгляд, подводит черту многим дискуссиям в

исторической науке по вопросу о происхождении восточных славян и в то же время открывает широкий путь для последующих плодотворных изысканий, которые смогут обогатить, раздвинуть вглубь и вширь эти четко сформулированные положения.

## Книжка, которую не купишь

Профессор В. В. Алпатов

Москва

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛЕКЦИЙ ПО БИОЛОГИИ. Составитель В. Ф. Мирек. М., «Знание», 1973, 96 стр.

Многие виды умственной работы — исследование, подготовка к обзорному докладу или к лекции и др. — начинаются со сбора библиографии на соответствующую тему. Специальный учет показал, что на сбор библиографии затрачивается от 5 до 40% времени, отведенного на научную работу. Большое подспорье в этом случае представляют собой библиографические обзоры по соответствующим областям знания. Они значительно экономят время научного работника.

К большому сожалению, выпуск библиографической литературы у нас значительно ниже потребности в ней, особенно это относится к биологическим наукам. Тем приятнее видеть небольшую книжечку «Примерная тематика лекций по биологии».

Большая часть «Тематики» охватывает вопросы общей биологии, такие как: «Основы науки о жизни» (27 тем), «Значение биологии для человечества» (15 тем), «Философские вопросы биологии» (5 тем), «Современные проблемы биологии» (18 тем), «Основные проблемы биологической химии» (18 тем), «Основные проблемы биофизики» (8 тем), «Основные проблемы генетики и селекции» (16 тем).

Составитель не ограничился только теоретическими вопросами общей биологии, но и дал два специальных раздела, посвященных основным практическим приложениям биологии: «Биология на службе сельского хозяйства» (27 тем) и «Биологические проблемы современной медицины» (14 тем). Брошюра логично завершается разделами: «История биологических наук» (19 тем) и «Жизнь и труды замечательных биологов» (34 темы).

Всего, таким образом, брошюра включает 183 темы (130 по теоретическим и 53 по прикладным вопросам), содержащие свыше 2 тыс. названий рекомендуемой по этим темам литературы — книг, монографий, сводок, трудов, сборников и т. п.

Составитель «Тематики» сознательно вышел за пределы классической биологии и рекомендовал лекции по современным проблемам биологии, предложив такие, например, темы: акселерация; биокибернетика; биосфера; математическая биология; моделирование в биологии; теория информации и биология; субмолекулярная биология; этология; генетические основы индивидуального развития; эволюция и генетика популяции и т. д. Таким образом, за небольшими про-

пусками, это издание охватывает литературу почти по всем вопросам современной общей биологии.

К этому остается добавить, что составитель широко пользуется перекрестными ссылками, что делает брошюру чрезвычайно компактной. Прямыми, а нередко двойными и тройными перекрестными ссылками составитель охватил примерно 70% тематики. Этим он не только сильно сократил дублирование названий литературы, но и тесно переплел большинство тем общей биологии, показав общую биологию как единое, нераздельное целое.

Рецензируемое издание предназначено для различных категорий научных работников и педагогов — от студентов старших курсов и аспирантов до доцентов и профессоров. Большую пользу сборник окажет преподавателям общей биологии в средней школе и лекторам по биологическим наукам Всесоюзного общества «Знание». И в этом отношении сборник заслуживает самой хорошей оценки. Сильное впечатление производит богатство и разнообразие книг по биологии на русском языке.

Но вместе с тем нельзя не указать и на ряд огрехов, которые должны разделить между собой автор наряду

с редакцией, а, может быть, последняя в большей мере.

В «Тематике» нет таких существенных тем, как «Раздражимость у растений», «Биоритмология», «Гелиобиология», «Магнитобиология», «Биогеоценология», «Учение о популяциях» и т. д. Естественно было ожидать, что за лекцией «Генетика пола» следует ее логическое продолжение — «Феногенетика пола» или «Развитие признаков пола». Однако эта тема, одинаково важная как для биологов, так и для зоотехников, не представлена. Зная составителя как биолога, в свое время экспериментально работавшего по этой проблеме, легко предположить, что это не его промах.

Обращает внимание и некоторая диспропорция в рекомендуемой литературе. По одним темам приведена обширная литература, а, например, к теме «Обмен веществ — основа жизни» дается только шесть названий, что явно недостаточно. К теме «Биологические основы борьбы с бесплодием» дано еще меньше — всего 4 названия. То же в отношении темы «Генетика пола», по которой рекомендовано только 4 названия. А между тем по всем этим вопросам суще-

ствует довольно обширная литература, хотя она и издана несколько раньше, чем приведенная.

Анализируя причины подобной диспропорции литературы по разным темам, мы пришли к выводу, что в списках рекомендуемых изданий приводятся преимущественно книги, вышедшие в последние годы. Как правило, литература, вышедшая в довоенное и непосредственно в послевоенное время, почти не указывается. Это вызывает сожаление. Ведь среди «старых» книг много таких, которые сохранили свое значение и до сих пор. Так, по обмену веществ не указаны книги А. Е. Браунштейна (1949), Д. Вулли (1954), С. Р. Мардашева (1965) и др. По генетике пола не приведены книги Р. Гольдшмита (1923), М. М. Завадовского (1923), В. Л. Рыжкова (1926) и др. В теме «Биология микроорганизмов» нет указаний на великолепную книгу К. Ван-Ниля (1960).

Нельзя не отметить и других, более мелких недочетов. Встречаются ошибки в фамилиях и инициалах авторов. Так, Н. А. Гладков фигурирует как И. А. Гладков (стр. 23), В. Г. Фесенков подан как В. Г. Фесенко (стр. 19). «Охотники за черепами» В. Ларичева

(1971) превратились в «Охотников за черепахами» (стр. 21). Такая неряшливость совершенно нетерпима в библиографических указателях.

И, наконец, последнее, но едва ли не самое существенное. «Примерная тематика лекций по биологии» выпущена издательством «Знание» как ведомственное издание тиражом менее 10 тыс. экз. и в широкую книго-торговую сеть не поступила. А ведь в такой книжке остро нуждается гораздо более широкий круг читателей, в частности студенты старших курсов университетов, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и ветеринарных вузов. Ее можно было бы назвать так: «Что читать по вопросам современной биологии?». При огромном интересе к биологии эта брошюра, переизданная массовым тиражом, стала бы настольной книгой большого числа читателей.

Было бы желательно при подготовке нового издания более подробно характеризовать рекомендуемые книги: указывать число страниц; если книга переведена, указывать, с какого языка; если книга представляет собой сборник статей, указывать редактора сборника для удобства поисков издания в библиотечных каталогах.

## Азбука генетики

Г. В. Красковский

Доктор биологических наук

Член-корреспондент АН БССР Л. В. Хотылева

Н. Н. Медведев. БЕСЕДЫ ПО БИОЛОГИИ ПОЛА. Минск, «Высшая школа», 1972, 240 стр.

Основное назначение книги Н. Н. Медведева — рассказать широкому кругу читателей, почему каждый из нас родился представителем данного, а не противоположного пола; почему на каждую тысячу особей одного пола у всех животных и у человека

родится столько же особей другого пола и т. д. Эти самые общие и самые очевидные вопросы интересовали человечество на протяжении всей истории и породили больше разнообразных догадок и теорий, чем любое другое биологическое явление. Сей-

час эти вопросы хорошо изучены и их стало нетрудно объяснять читателям, не обладающим специальной биологической подготовкой.

Тесно связана с первой и другая тема книги — нарушения внутриклеточного механизма определения по-

ла. Для широкого круга читателей эта тема, возможно, и не представила бы особого интереса, если бы она не была тесно связана с медицинской стороной вопроса, а именно с так называемыми хромосомными болезнями человека. Природа по крайней мере некоторых из этих нарушений и механизмы их возникновения выяснены в настоящее время настолько подробно, что перед советским здравоохранением, основным организационным принципом которого является профилактика, встала практическая задача не только их лечения, но и возможного предупреждения. С этой целью в стране учреждена сеть медико-генетических консультативных кабинетов, куда заинтересованные лица могут обратиться за советом и квалифицированной помощью. Понятно, что деятельность этих кабинетов будет тем результативней, чем полнее население будет осведомлено о своей биологической природе, в том числе о механизме внутриклеточного определения пола и о нарушениях этого механизма, ведущих к хромосомным болезням.

Глава, в которой речь идет о близнецах, представляет для читателя

двойкий интерес. С одной стороны, она является логическим развитием основной темы книги и содержит объяснение такому удивительному сходству некоторых близнецов, когда даже мать путает их и, чтобы без труда различать, прибегает к помощи браслетов, сережек и других «познавательных знаков». Вместе с тем автор показывает исключительно важное значение медико-биологических исследований, которые проводятся на близнецах для выяснения роли наследственности и среды в развитии физических и душевных особенностей человека, наследственных и ненаследственных болезней и т. д. Отсюда становится понятным интерес к близнецам и тот факт, что в настоящее время во многих странах мира взято на учет и под наблюдение около 250 тыс. близнецов.

Заключительная глава книги посвящена вопросу искусственного регулирования пола у животных и человека. Интерес исследователей к этой проблеме понятен. Практическое ее решение применительно к животным сулило бы большие выгоды в тех отраслях сельскохозяйственного производства, где представители мужского и женского пола, т. е. самцы и самки,

не равноценны с экономической точки зрения.

Автор не остался равнодушным и к другой насущной проблеме — к снижению рождаемости в Советском Союзе, особенно усилившемуся с начала 60-х годов<sup>1</sup>. Можно, конечно, соглашаться или не соглашаться с автором в отношении тех мероприятий, которые он выдвигает на первый план для повышения рождаемости. Тем не менее важна сама постановка этой проблемы в популярной книге.

Книга снабжена подробным предметным указателем и аннотированным списком литературных источников, в которых заинтересованный читатель может найти дальнейшие сведения по затронутым вопросам. Наконец, можно надеяться, что книга будет не только способствовать распространению генетических знаний среди населения, но и привлечению к генетике новых кадров, в чем она до сих пор остро нуждается. Минское издательство «Высшая школа» своевременно выпустило нужную и интересную книгу.

<sup>1</sup> См.: Народное хозяйство СССР в 1969 г.— Статистический сб. М., «Статистика», 1970.

## От Аристотеля до Галилея

Н. Ф. Овчинников  
Доктор философских наук

Москва

Edward Grant. PHYSICAL SCIENCE IN THE MIDDLE AGES. New York, 1971, 128 p.

Определяющее влияние современной науки на жизнь и судьбы людей вызывает в наши дни особенный интерес не только к содержанию научного знания, но и к его истокам. Специальные работы в области истории естествознания дополняются общающимися историко-научными исследованиями, в которых дается синтез новейших разработок в области истории отдельных областей научного знания. Именно такого рода синтез

предпринят в книге Э. Гранта, посвященной познанию физических закономерностей в Средние века.

Книга начинается с описания состояния наук о природе на протяжении огромного периода истории от начала нашей эры до 1000 г. Этот период характеризуется постепенным упадком интереса к познанию природы и одновременно резким снижением уровня интеллектуальной жизни. Конечно, на протяжении десяти

веков нашей эры знание отдельных фактов и попытки их понимания как-то существуют и сохраняются главным образом в процедуре обучения, основу которого составляет квадриум — арифметика, геометрия, астрономия и музыка.

Начало начал, как пишет Э. Грант, можно усмотреть в эпохе переводов, которая последовала в Западной Европе начиная примерно с 1000 г. н. э. и продолжалась в ее активной фазе

до 1200 г. и несколько далее. Автор отмечает, что арабы уже в VIII столетии начали переводить массу доступной им греческой научной литературы на арабский язык и добавляли к ним свои достижения, в то время как Запад до 1000 г. имел лишь жалкие остатки греческого знания. По-видимому, распространение арабского влияния способствовало началу переводческой активности в Западной Европе. Ученые Запада предприняли переводы с арабского, а иногда и непосредственно с греческого трудов Платона и Аристотеля, а также работ других авторов по геометрии, астрономии и медицине. Э. Грант подчеркивает интернациональный характер этой необыкновенной активности, развернувшейся в особенности в XII столетии. Именно эта переводческая активность революционизировала западное научное мышление и определила его развитие на последующие столетия.

Из огромного материала, представшего в результате этой громадной работы, осуществлявшейся на протяжении двух столетий, наиболее фундаментальными были философские и естественнонаучные трактаты Аристотеля, содержащие обширные сведения о природе и человеческом познании. Эти трактаты были подлинным открытием для человека средневековой эпохи.

На протяжении почти всего XIII столетия философские и естественнонаучные работы Аристотеля рассматривались теологами с подозрением, а порою и с враждебностью. В начале XIII в. в Парижском университете был даже введен формальный запрет на книги Аристотеля. Однако запрет оказался недействительным. По-видимому, процесс освоения его трудов и приспосабливания его идей к теологическим конструкциям зашел настолько далеко, что формальные запреты уже были бессильны. Философия природы Аристотеля становилась средством анализа различных проблем во всех сферах человеческого мышления. И тем не менее формальный запрет трудов античного философа и осуждение его идей оказали определенное деформирующее влияние на ход интеллектуальной жизни. Аверроэс (1126—1186 гг.), западный фи-

лософ арабского происхождения, подчеркивает различие между философией и теологией, давая начало идее двойственности истинны. Используя аристотелианский язык и аргументы для разъяснения теологических доктрин, теологи склоняются к тому, чтобы рассматривать философию лишь как средство для своих религиозных построений. Возникающие разногласия между философскими утверждениями и догматами веры разрешались в пользу последней. Эта ситуация привела к постановке проблемы, которую, выражаясь языком современной методологии науки, можно было бы назвать проблемой демаркации.

Пьер Дюгем, впервые поставивший проблему анализа средневекового научного знания, пришел к парадоксальному заключению: великая научная революция, связанная с именами Галилея и Ньютона, явилась лишь продолжением тех решительных осуждений антитеологических воззрений Аристотеля, которые были приняты теологами еще в конце XIII столетия. Э. Грант пишет в этой связи следующее: «Отрицание Галилеем физики Аристотеля может, с этой точки зрения, рассматриваться как кульминация в работе интеллектуальных сил, которые твердо и неуклонно совершали свое действие с 1270 года» (стр. 35).

В свете последующей истории физического знания можно видеть, что зерно предстоящего в ту эпоху научного развития коренилось в проблеме движения. Наибольшую трудность вызывала проблема продолжающегося движения. После того как тело брошено, что поддерживает его движение? Аристотель убежден, что среда — источник продолжающегося перемещения тела. Первоначальная сила не только приводит тело в движение, но и сообщает свою активность среде. При этом среда не только активна, но и оказывает сопротивление, иначе движение никогда бы не закончилось — опыт говорит, что вынужденное движение рано или поздно прекращается.

Греческий комментатор Иоанн Филопон, живший еще в VI столетии н. э., подметил несостоятельность предложенного Аристотелем меха-

низма для объяснения вынужденного движения. Испанский араб Аверроэс (XII в.), возможно под влиянием идей Филопона, обратил внимание на то, что среда может лишь тормозить движение, но никак не способствовать ему. Критика аристотелевской концепции Аверроэсом через труды Аверроэса стала широко известной и положила начало широкой полемике по проблеме движения. Фома Аквинский в XIII в. возражает Аристотелю в духе Аверроэса. Вопреки мнению Аристотеля, движение тел сквозь пустое пространство вполне возможно с конечными скоростями, ибо, например, небесные тела движутся сквозь эфир, который не оказывает им никакого сопротивления. Пустое пространство является протяженной, размерной величиной, и в не меньшей мере, чем в среде, тело должно проходить в пространстве последовательные места в конечное время.

В конце XIII и начале XIV столетий была осознана проблема движения в вакууме во всей ее сложности и неразрешимости при существовавших представлениях о структуре материи и ее движении. Осознание этой проблемы проходило в системе аристотелевских идей. Смешанные тела, согласно Аристотелю, содержат тяжелые и легкие элементы в различных сочетаниях. Преобладание тяжелых элементов объясняет падение, преобладание легких — движение вверх. В середине XIV в. Томас Брадвардин, Альберт Саксонский и другие пришли к выводу, что два однородных (составных) тела различного размера, а следовательно, и веса должны падать в пустоте с одинаковой скоростью. Этот вывод решительно противоречил физике Аристотеля, согласно которой скорость падающего тела тем больше, чем больше его вес.

Таким образом, уже в XIV в. был сделан первый и решающий шаг, приближающий разрешение проблемы движения тела, к физике Галилея. Спустя два столетия, в конце XVI в., Галилей в своей работе «О движении» делает следующий шаг, используя, по сути, тот же подход. Существенный шаг Галилея в разрешении проблемы движения состоял в том, что он выдвинул идею общего под-

## НОВЫЕ КНИГИ

хода, единого объяснения: все тела — любых размеров и любого состава, вне зависимости от соотношения в них тяжелых и легких элементов, в том числе и элементарные (состоящие из одного элемента), — будут падать в пустоте одинаково, точнее говоря, с постоянным ускорением. Чем же обусловлен этот важнейший шаг Галилея? По-видимому, его можно объяснить, исходя из той новой проблематики, которая возникла в более широкой интеллектуальной атмосфере эпохи начала научного творчества Галилея. Это была эпоха борьбы за гелиоцентрическую систему мира. Достижения, которые были получены средневековыми исследователями XIV в. по проблеме движения, несмотря на начавшееся глубокое расхождение с Аристотелем, сохраняли еще такие стороны его учения, которые никак не совмещались с поднимавшимися в общем сознании новыми воззрениями на структуру космоса. Осознание жизненной необходимости обосновать эти новые воззрения не только в общей их картине, но и в самых подробных деталях движения материального мира вдохновило Галилея на тщательный анализ классической проблемы локального движения и привело его к значительному по своим результатам, решающему шагу в исследовании этой проблемы.

В истоках научной концепции Галилея обнаруживается идея единства покоя и движения. Именно эта идея единства двух, казалось бы совершенно противоположных, ничем не связанных состояний и послужила тем методологическим основанием, которое позволило Галилею подняться над концепциями его предшественников и сделать важный шаг в теоретическом объяснении движения.

До Галилея обсуждались также — как совершенно независимые проблемы — причина падения тела и причина его ускорения. Галилей усмотрел единство этих явлений. Чтобы теоретически осмыслить единство этих процессов — падения и ускорения, необходимо было разрешить проблему увеличения и уменьшения скорости. Эта проблема также обсуждалась еще в XIV в. Интенсивность скорости, полагали мыслители средних ве-

ков, может возрастать со временем, подобно тому как краснота яблока может увеличиваться по мере его созревания. Существенный вклад в этой связи в физическую проблему ускоренного движения был внесен точным определением понятий равномерного движения и равномерно ускоренного движения. Галилей полностью воспринял содержание этих понятий, выработанных схоластами XIV в., и без существенных изменений внес их в свою систему объяснения движения. Его заслуга в данном случае состояла в освобождении этих понятий из философского контекста, в котором они формировались.

Развивая свою аргументацию, Галилей полностью отвергает учение Аристотеля о движении. Он замечает, что истинными оказываются утверждения, прямо противоположные тем, которые выдвигал Аристотель. Изучение исторического развития философской и научной мысли демонстрирует нам, однако, что идеи Аристотеля не были просто отброшены как ошибочные, детские заблуждения. Если бы речь шла о простом обнаружении очевидных заблуждений, это означало бы неоправданное умаление действительно выдающихся достижений Галилея: не нужно большой проницательности, чтобы опровергнуть явно ошибочные утверждения. Историко-научный анализ истоков новых идей, проведенный, в частности, Э. Грантом, убедительно демонстрирует необычайную проницательность и историческую плодотворность аристотелианских идей. Они принадлежат именно к классу «глубоких истин», которые, по меткому замечанию Нильса Бора, обладают той особенностью, что утверждения, противоположные им, также содержат глубокую истину. Без обсуждения философских концепций Аристотеля, поставившего одну из кардинальных проблем научного познания, проблеме движения, были бы невозможны великие достижения первой научной революции, связанной с именами Галилея и Ньютона.

**А. Ф. Иоффе. ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ, т. I. Механические и электрические свойства кристаллов. Л., «Наука», 1974, 327 стр., ц. 1 р. 73 к.**

Выходом в свет этого тома начинается утвержденное Президиумом Академии наук СССР издание избранных работ академика Абрама Федоровича Иоффе (1880—1960) — ученого, чьи фундаментальные исследования в физике и педагогическая работа органически сочетались с энергичной научно-организаторской деятельностью государственного масштаба, приведшей, помимо организации многих физических институтов в различных городах СССР, к созданию крупнейшей в Советском Союзе школы физиков. Его статьи и книги ныне стали библиографической редкостью, и настоящее издание призвано восполнить этот пробел.

Первый том открывается биографическим очерком, повествующим о различных этапах многогранной деятельности А. Ф. Иоффе. Основное содержание тома составляют оригинальные статьи ученого, написанные в период 1912—1946 г. и посвященные главным образом механическим и электрическим свойствам кристаллов. Впервые включены ранее не публиковавшиеся на русском языке работы А. Ф. Иоффе, переведенные из английской, французской и немецкой периодики. Заключает том несколько особняком стоящая к основному содержанию статья: «Историческое значение открытия Рентгена», которую А. Ф. Иоффе прочел в честь 50-летия открытия своего учителя, коллеги и друга.

Рассчитанное прежде всего на физиков — специалистов по твердому телу, данное издание будет с интересом встречено студентами, аспирантами, преподавателями и других физических специальностей.

■ **АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ — XX ЛЕТ.** М., «Атомиздат», 1974, 216 стр., ц. 3 р.

Посвященная 20-летию первой в мире атомной электростанции в г. Обнинске, книга представляет собой великолепно иллюстрированный сборник статей, подготовленных ведущими отечественными учеными — создателями Первой АЭС и других атомных электростанций и опытных ядерно-энергетических установок. Большая часть статей этой книги посвящена проектированию, строительству и опыту эксплуатации Первой АЭС, новым принципам преобразования тепловой (ядерной) энергии в электрическую, общему развитию атомной энергетики в СССР и помощи советской страны в строительстве АЭС за рубежом. Большой научный и хозяйственный интерес представляет четвертый раздел книги — «Специальные аспекты применения ядерных реакторов», в котором излагаются результаты использования ядерных реакторов для получения искусственных изотопов, удачные попытки применения ядерных реакторов во флоте, при конструировании передвижных атомных электростанций малой мощности, а также в научно-исследовательской и педагогической практике. Заключительный раздел сборника — «Атомная энергетика и научно-технический прогресс» — написан директором Института атомной энергии им. И. В. Курчатова А. П. Александровым и знакомит читателя с перспективами развития АЭС.

Издание рассчитано на широкие круги читателей, интересующихся достижениями атомной энергетики в СССР.

■ **В. П. Алексеев. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОЛОГИИ.** М., «Знание», 1974, 64 стр., ц. 10 к.

Антропология — в ее современном, наиболее общем понимании — это наука об изменчивости человека и его предков в пространстве и во времени. Как один из разделов биологии, антропология изучает эволюцию человека и его рас. В данной книге описываются достижения одной из наиболее молодых отраслей антропологии — молекулярной, или

физиологической, антропологии. В ее задачу входит исследование вариаций физиологических и иммунологических реакций, групповых факторов крови на эритроцитах и в сыворотке, ферментативной активности, вкусовых реакций на определенные вещества у представителей разных рас и популяций. Автор убедительно показывает, что за малый срок в области молекулярной антропологии выполнена огромная работа, которая в значительной мере изменила существовавшие антропологические концепции и открыла интереснейшие перспективы дальнейших исследований.

■ **Петр Чихачев. ПУТЕШЕСТВИЕ В ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ.** М., «Наука», 1974, 360 стр., ц. 1 р. 66 к.

Эта книга крупного русского географа-востоковеда XIX в. Петра Александровича Чихачева, внесшего важный вклад в развитие отечественной и мировой науки, члена многих академий и научных обществ, была написана в результате экспедиции в Восточный Алтай (март — декабрь 1842 г.) и первоначально издана в Париже в 1845 г. на средства русского правительства. Великолепно иллюстрированное Е. Е. Мейером и И. К. Айвазовским, «Путешествие в Восточный Алтай» — ценный памятник географической литературы. Настоящее издание — первая публикация на русском языке этой работы Чихачева. Читатель встретит здесь яркое и колоритное описание природы Восточного Алтая, тщательную геологическую характеристику наиболее примечательных мест по маршруту экспедиции, интересный рассказ высокоэрудированного путешественника-европейца о невзгодах и радостях этого путешествия, о неожиданных особенностях быта местных, тогда еще во многом полудиких племен.

■ **В. Н. Степанов. МИРОВОЙ ОКЕАН.** Динамика и свойства вод. М., «Знание», 1974, 256 стр., ц. 49 к.

Освоение богатств Мирового океана, общая площадь которого в 2,5 раза превышает территорию суши, а воды покрывают почти  $\frac{3}{4}$  поверхности земного шара слоем средней толщиной около 4 тыс. м, потре-

бует кооперации сил и средств большинства государств мира, что позволит создать высокоразвитое океаническое хозяйство, заменить рыболовство рыбоводством и значительно более эффективно эксплуатировать морские промыслы. Однако этого нельзя достигнуть, не имея целостного представления о жизни столь гигантского естественного бассейна; необходимо систематизировать разрозненные данные о его различных характеристиках, и здесь одной из первостепенных задач становится создание атласа динамики и свойств вод Мирового океана.

Книга знакомит читателя с кругом проблем, встающих перед исследователями Мирового океана, с основными результатами, полученными в последние годы в этой области науки, а также с дальнейшими перспективами этих исследований. Написанная доступным и ясным языком, снабженная большим количеством иллюстраций, она будет полезна широкому кругу читателей, интересующихся экологией и практическими задачами изучения и использования богатств Мирового океана.

■ **А. И. Першиц, А. Л. Монгайт, В. П. Алексеев. ИСТОРИЯ ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА.** 2-е изд., М., «Высшая школа», 1974, 224 стр., ц. 85 к.

Одна из специфических особенностей первобытнообщинной формации — ее огромная продолжительность: зарождение отстоит от нас примерно на 2 млн лет, а верхняя грань колеблется в пределах последних 5 тыс. лет. Во втором издании с привлечением нового антропологического, археологического и этнографического материала излагаются основные этапы становления, расцвета и разложения доклассового общества. Своей важнейшей задачей авторы считали показать основные особенности первобытнообщинного строя, общие закономерности его становления, развития и распада, дать ясную картину условий и форм его превращения в классовое общество. Большое внимание уделено возникновению и развитию духовной жизни первобытного человека, в частности формированию его зачаточных естественных представлений.

## Кто такие «НЕЗАВИСИМЫЕ МЫСЛИТЕЛИ»

Ф. К. Величко

Кандидат химических наук  
Москва

Отставной урядник Войска Донского Василий Семи-Булатов из чеховской юморески «Письмо к ученому соседу», видимо, не подозревал, что он относится к «независимым мыслителям», иначе не стал бы он размениваться на частные письма, а сразу послал статью в научный журнал, написал книгу или же выступил с докладом в ученом обществе. Явление, которое на грани XIX—XX вв. было занятием курьезом, во второй половине XX в. настолько окрепло и развилось, что получило специальное название и даже составило предмет целой монографии Патрика Мура «Можете ли вы говорить по-венециански? Путеводитель по независимым мыслителям»<sup>1</sup>.

«Независимые мыслители» на Западе — это все те, кто, не будучи слишком отягощен специальными (а зачастую и самыми общими) знаниями, но обладая критическим складом ума и достаточной предприимчивостью, начинают строить системы мира, так сказать, с первого кирпича и придумывать новые законы природы, оповещая мир о своих открытиях через печать и телевидение. При этом очень трудно решить, кто из них по-настоящему убежден в своей правоте, а кто оригинальничает ради саморекламы.

Особенно достается от таких «мыслителей» нашей старушке Земле. Некая английская миссис Миссен<sup>2</sup>, написавшая книжку «Солнце ходит вокруг Земли», убеждена в полной неподвижности Земли: если бы Земля вращалась, как полагают некоторые, она постоянно бы выскальзывала у нас из-под ног и не давала воз-

можности ходить. Другая «независимая мыслительница», Габриэла Генриэт, в монографии «Небо и Земля»<sup>1</sup> доказывает неподвижность Земли тем, что самолет, летящий против направления вращения Земли со скоростью этого вращения (около 1000 км/час), просто не двигался бы с места, и, наоборот, чтобы переместиться из Харькова в Прагу, достаточно было бы подняться вертикально вверх и дать Земле провернуться под вами. И вообще, Генриэт сильно подозревает, что наша планета закатилась в какую-то огромную каменную пещеру, со стен и потолка которой время от времени сыплется на нас камни, называемые метеоритами. Вокруг пещеры все залито водой, и когда вода просачивается сквозь стены и потолок, у нас идет дождь. Представления, как видите, вполне на уровне семи-булатовских!

Много развелось «независимых мыслителей» — сторонников плоской Земли. С 1956 г. существует Международное общество плоской Земли. Это поветрие настолько характерно для западной массовой культуры, что американский астроном Джон Слэйдек в книге «Новые апокрифы»<sup>2</sup> мрачно шутит: «Не исключено, что в один прекрасный день мы освоим Марс. Тогда первым признаком того, что наша колония становится действительно цивилизованной, будет основание «Общества плоского Марса». Похоже, что главной целью нашей цивилизации является донесение плоских шуток до самых звезд»<sup>3</sup>. Сбить сторонника плоской Земли с его позиций практически невозможно. По его мнению, постепенное исчезновение корабля за мор-

ским горизонтом не свидетельство кривизны Земли, а просто мираж. Космонавты вовсе не облетают вокруг земного шара, а описывают круги над блином Земли вокруг Северного полюса, подобно тому как движется игла по периферии грампластинки. Никакого Южного полюса не существует, а показания стрелки компаса — это искажения под влиянием мощного магнитного поля, опоясывающего край Земли и мягко отталкивающего всякого неразумного искателя Южного полюса, чтобы тот не свалился вниз.

С 1823 г. в умах ряда «независимых мыслителей» тлеет идея полой Земли. Согласно одному из нынешних представителей этого толка — Мюллеру-Мурнану (ФРГ), Земля — полый шар, а весь глобус «нарисован» на ее внутренней поверхности. В центре этого пустого ореха вращается вокруг своей оси Солнце. Одна сторона его темная, а другая — светлая. Когда Солнце поворачивается к нам темным боком, у нас наступает ночь. Луны и звезд вообще нет — это солнечные зайчики на блестящих неровностях внутренней сферы. Любопытно, что с теорией полой Земли связано зарождение немецкого ракетостроения. Один из членов магистрата г. Магдебурга, инженер (I) Менгеринг тоже оказался «независимым мыслителем», приверженцем теории полой Земли. Он ухитрился убедить остальных членов магистрата рискнуть городскими деньгами и запустить ракету вертикально вверх. Если мы живем на внутренней поверхности шара, ракета, запущенная вертикально из Магдебурга, должна в конце своего пути угодить в Австралию и как следует погугать тамошних кенгуру. Для осуществления этой идеи в начале 1933 г. была приглашена группа начинающих ракетчиков под руководством Вернера фон Брауна. Три за-

<sup>1</sup> P. Moore. Can You Speak Venusian? A Guide to the Independent Thinkers. Newton Abbot, 1972.

<sup>2</sup> Здесь и далее ссылки, имена и факты, если не оговорено специально, приводятся по вышеупомянутой книге П. Мура.

<sup>1</sup> G. Henriët. Heaven and Earth. L., 1956.

<sup>2</sup> J. Sladec. The New Apocalypse. Hart.-Davis, Mac-Gibbon, 1974.

<sup>3</sup> Цит. по: «New Scientist», v. 61, 1974, № 890, p. 770.

пуска в июне того же года кончились неудачей, а потом пришел к власти Гитлер... и переключил группу фон Брауна на более актуальные проблемы.

Солнце, как и Земля, также привлекает внимание «независимых мыслителей». Наш старый знакомец Василий, как известно, категорически отрицал наличие пятен на Солнце: «Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда... и для чего на нем пятна, если и без них можно обойтись?»<sup>1</sup>. Западногерманский адвокат Готфрид Бюрен решительно с ним не согласен. По его мнению, пятна на Солнце не только есть, но и доказывают, что под своей огненной оболочкой наше центральное светило совсем холодное, покрытое травкой, которая и проглядывает в виде пятен сквозь разрывы в светящихся облаках. В 1952 г. Бюрен даже предложил премию в 25 тыс. марок тому, кто опровергнет его идею. Астрономическое общество ФРГ соблазнилось и двинуло всю мощь научной аргументации против нее, но, конечно, это нисколько не убедило г-на Бюрена. Тогда астрономы подали в суд и выиграли процесс! Так что Бюрену повезло гораздо меньше, чем его российскому предшественнику, некоему Дрибергу, который, по свидетельству Д. И. Менделеева<sup>2</sup>, в 70-х годах прошлого века предлагал премию всякому, кто докажет ему, Дрибергу, что показания барометра зависят от давления. Тогда в суд обратиться не догадались...

Теперь подошло самое время представить вам творца всей Вселенной. По специальности Джон Бредбери (не спутайте с известным ученым-фантастом — тот Рэй Бредбери!) — хироподист, т. е. предсказывает судьбу не по ладоням, а по пятнам. О своей теории Вселенной он осенью 1966 г. делал доклад не где-нибудь, а в Кембридже, на заседании Английского астрономического общества, и не позволил себя переубедить ученым, как те ни пытались. Его Вселенная — это Земля в центре

<sup>1</sup> А. П. Чехов. — Собр. соч. в 8-ми т., т. I, М., Изд-во «Правда», 1970, стр. 186.

<sup>2</sup> Д. И. Менделеев. — Соч., т. XXIV, Л.— М., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 222.

всего сущего, имеющая вид полубуханки круглого хлеба, на плоском срезе которой мы живем. Над Землей, поддерживаемые магнитной сферой (современный эквивалент хрустального небесного свода), висят неподвижно Луна, Солнце и звезды. Они отделены от Земли несколькими прочными вращающимися вокруг Земли оболочками, одна из которых, например, наполнена жидким воздухом. Откуда жидкий воздух? — Очень просто: всем летавшим на самолете известно, что чем выше от Земли, тем холоднее, а если забраться совсем уж высоко, то станет так холодно, что воздух перейдет в жидкое состояние. Чтобы жидкий воздух от солнечного тепла не испарился, выше слоя жидкого воздуха лежит вакуумная оболочка. Эта вакуумная оболочка обладает свойствами поляроида и при вращении то открывает, то закрывает путь солнечным лучам. Вот вам день и ночь. Для исследования своей удивительной Вселенной Д. Бредбери сконструировал специальный телескоп с замысловатым набором вогнутых и выпуклых линз по принципу «чем больше, тем лучше». Соображения конструктора очень просты: две линзы должны собрать вдвое больше света, чем одна. Качество стекла и размер линз при этом неважны. В продемонстрированном ученому собранию телескопе было 15 линз диаметром 5 см. На возражение присутствующих, что через телескоп абсолютно ничего не видно, «независимый мыслитель» возразил, что так и должно быть, потому что прибор конденсирует свет невидимый.

Пожалуй, ни один из «независимых мыслителей» не вызвал столько противоречивых мнений и не приобрел столько сторонников, как доктор (в прямом смысле: он по специальности психоаналитик) Иммануэль Великовский (США). В популярности с ним мог конкурировать (покуда был жив) только Джордж Адамский, «побывавший» на летающей тарелке и «видевший» собственными глазами живого венерианца. Книга Великовского «Столкновение миров» с 1950 г. выдержала несколько изданий. Главная его идея в том, что несколько тысяч (или десятков

тысяч, но не больше) лет назад из Юпитера выстрелилась большая комета и начала довольно бестолково носиться по Солнечной системе, держась поблизости от Земли. Вот она чуть не задела Землю около 1500 г. до н. э., и перепуганные евреи бросились вон из Египта с Моисеем во главе. Земля была настолько шокирована поведением кометы, что на полчаса приостановила свое суточное вращение, и вот Красное море расступилось перед беглецами. Когда же в образовавшийся проход сунулась египетская конница, вращение Земли возобновилось и египтяне погибли в волнах сомкнувшегося моря. Потом комета еще не раз возвращалась к Земле, поливая ее нефтяным дождем из своего хвоста (вот, оказывается, откуда на Земле залежи нефти!). Наконец, при столкновении с Марсом хвост у этой кометы оторвался, и она превратилась (вот уж не угадаете!) в планету Венера. В настоящее время Великовский независимо размышляет о причинах похолодания моря, напавшего на динозавров в конце мезозоя, а заодно и о закономерностях ледниковых периодов, прошлых и будущих. Приверженцы Великовского видят его правоту в том, что он кое-что правильно предсказал, например обратное и медленное вращение Венеры и высокую температуру ее поверхности. Совершенно ясно, что любой из нас может что-нибудь угадать правильно, если начать высказывать десятками самые разнообразные предположения. Есть даже люди, правильно угадавшие пять номеров спортлото!

На этом можно было бы и закончить: «независимое мышление» в больших дозах попросту скучно. Одно меня обижает во всем этом деле. Что-то не видно химиков в почетной когорте непризнанных гениев. Или экспериментальный характер этой науки препятствует «независимости» мышления? А что, в самом деле, не подключиться ли и Вам, уважаемый Читатель, и не разработать ли досконально теорию, ну, скажем, флогистона? Титул «независимого мыслителя» будет Вам обеспечен с гарантией!



## В следующем номере

...Совершенствование приборов на жидких кристаллах может привести к революции в приемниках теплового излучения. У жидких кристаллов большое будущее, и еще не одно свойство этих кентавров природы заставит радостно забиться сердце и физика, и инженера.

**А. С. СОНИН, Б. М. СТЕПАНОВ.** Приборы на жидких кристаллах.



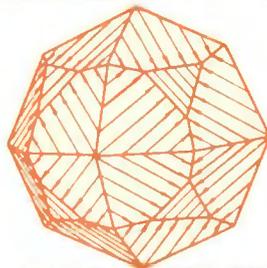
Многие произведения искусств из бронзы пытаются спасти, нанося защитный слой. Но все равно это дорого, недолговечно и плохо. И вот найдено простое решение проблемы.

**М. К. КАЛИШ.** Патина делает бронзу вечной.



Наблюдения за полярными сияниями — надежное и уникальное средство изучения потоков энергичных частиц из космоса.

**Л. И. ФЕЛЬДШТЕЙН.** Полярные сияния — окно в космос.



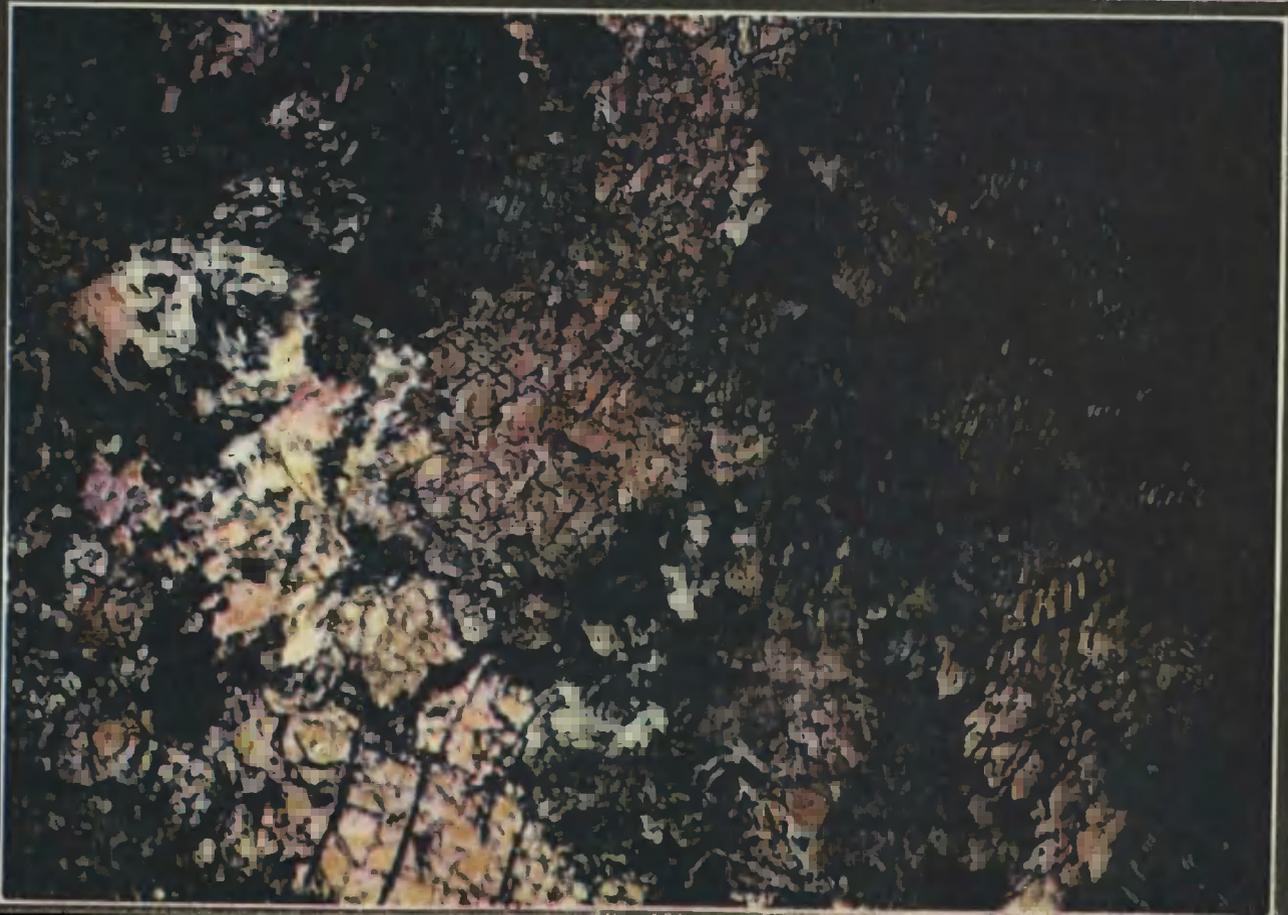
Кристаллография, занявшая прочное место среди физико-химических наук, не только удерживает, но и расширяет свои минералогические позиции.

**И. И. ШАФРАНОВСКИЙ, Д. П. ГРИГОРЬЕВ.** Минералогическая кристаллография, эволюция идей.



Мы вынуждены говорить сегодня о геноциде редких растений, который осуществляется во все возрастающих масштабах. Предотвращение процесса обеднения флоры — одна из важнейших задач современной ботаники.

**Н. В. ЦИЦИН.** Охрана растений и ботанические сады.



Цена 50 коп.  
Индекс 70707