

# ПРИРОДА



8  
1965

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор  
АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (*заместитель главного редактора*); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (*заместитель главного редактора*); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (*заместитель главного редактора*); академик А. И. БЕРГ; академик А. П. ВИНОГРАДОВ; действительный член АМН СССР В. В. ПАРИН; член-корреспондент АН СССР Б. Л. АСТАУРОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА; Я. Б. КОГАН (*ответственный секретарь*)

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Академик А. Е. АРБУЗОВ (*органическая химия*); академик И. К. КИКОИН (*физика*); академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*); академик Н. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*) член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (*физиология*); член-корреспондент АН СССР Б. Н. ДЕЛОНЕ (*математика*); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*); член-корреспондент АН СССР В. А. МАГНИЦКИЙ (*геофизика*); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*); член-корреспондент АН СССР Р. З. САГДЕЕВ (*физика*); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (*органическая химия*); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (*физиология растений*); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (*зоология*); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (*философия*); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (*география*); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (*палеонтология*); доктор биологических наук А. Н. ФОРМОЗОВ (*экология, зоогеография*)

Астрономами обнаружены серые облака и яркие вспышки на Марсе. Некоторые авторы объясняют их как проявление вулканизма на планете. Гипотеза о возможности такого феномена рассматривается в статье Г. Н. Каттерфельда.

На обложке изображен вид на Марс с одного из его спутников (по мотивам картины чешских художников Й. Садила и Л. Пешека).

Обложка художника  
Е. В. Крылова

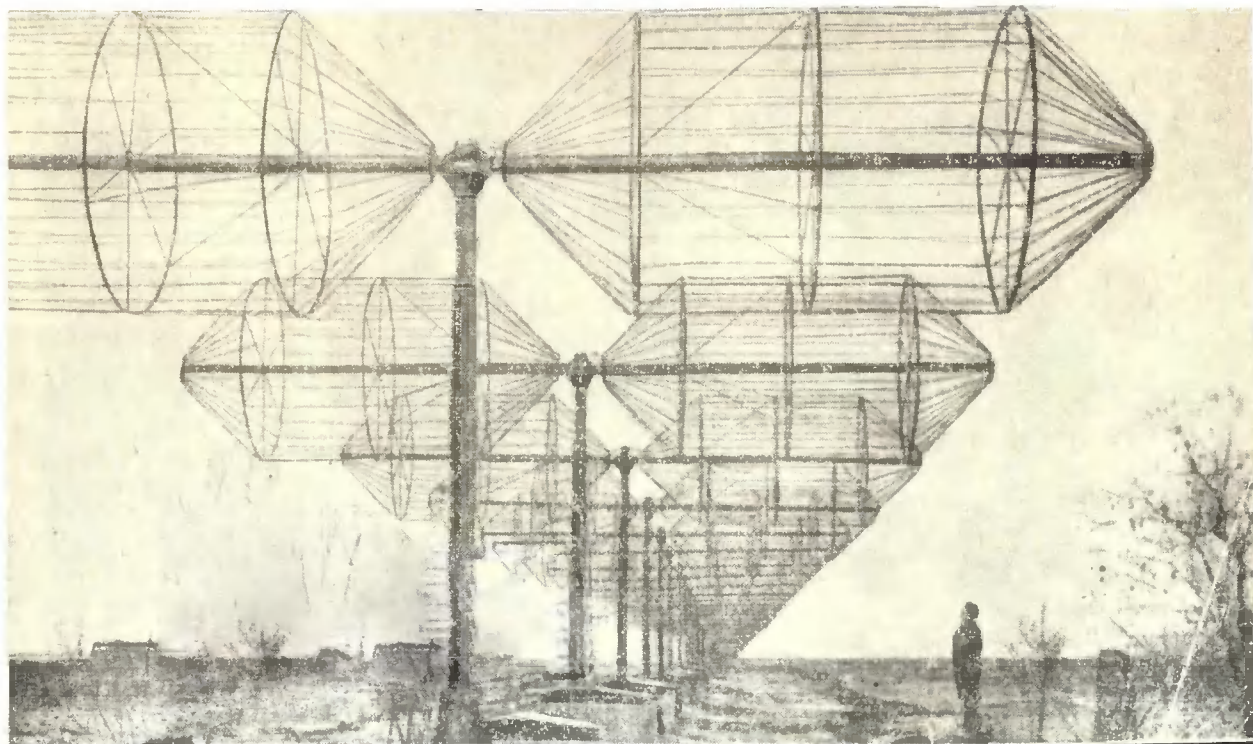
### В НОМЕРЕ:

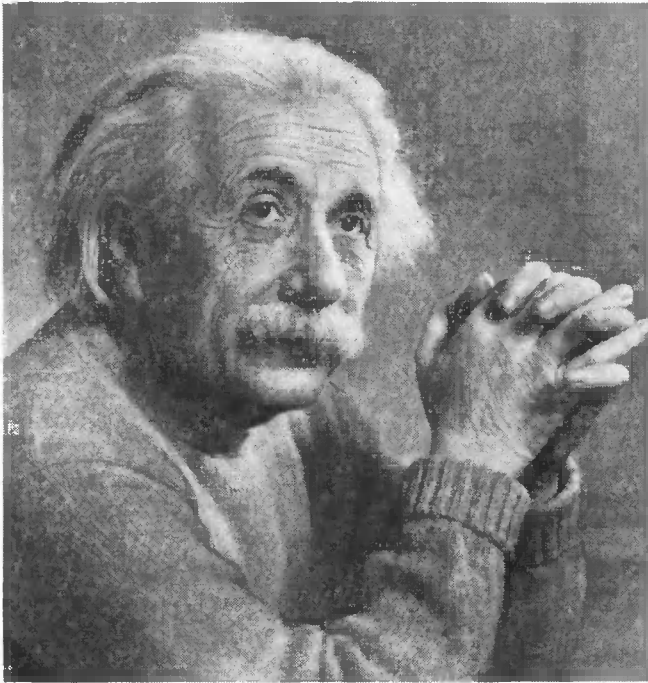
|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Памяти великого ученого. О методе теоретической физики. А. Эйнштейн (2). Автобиографические наброски. А. Эйнштейн (6). Эйнштейн и Академия наук СССР (9). К юбилею А. Эйнштейна (10). |    |
| Некоторые вопросы современной генетики. Н. П. Дубинин. . . . .                                                                                                                        | 11 |
| Ультразвук в молекулярной биологии. И. Е. Ээлинер. . . . .                                                                                                                            | 20 |
| Земля под океаном. Основные элементы рельефа дна Мирового океана. О. К. Леонтьев. . . . .                                                                                             | 28 |
| Прочность и время. А. И. Слуцкер. . . . .                                                                                                                                             | 36 |
| Тайны змеиного яда. Опасны ли змеи. А. Г. Банников (43). Биохимический состав и лечебные свойства яда. З. С. Баркаган (46). Яд — как лекарство. И. А. Вальцева (51).                  |    |
| Лауреаты Ленинских премий. Детонация в газах. К. И. Щелкин. . . . .                                                                                                                   | 53 |
| Достижения науки — в практику. Рыбы — мелиораторы водоемов. Д. С. Алиев. . . . .                                                                                                      | 56 |
| Преобразование природы. Каракумский канал. И. П. Герасимов. . . . .                                                                                                                   | 61 |
| Съезды, конференции. Форум химиков ученых и практиков. IX Менделеевский съезд. . . . .                                                                                                | 71 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| В лабораториях ученых. Расшифрована структура алашиновой транспортной РНК. А. А. Баев. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 75  |
| В лаборатории природы. Ураг в низлах озера Иссык-Куль. В. В. Ковальский, И. Е. Воротицкая (79). Голос и эхолокация у ластоглих. А. Г. Томилиш (80).                                                                                                                                                                                                                             |     |
| Экспедиции. На берегу Красного моря. В Хургадском институте океанографии (ОАР). В. В. Мурина. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                           | 83  |
| Грозные явления природы. Грязевые вулканы. На суше и на море. А. А. Алиев, З. А. Буниат-заде (88). Архипелаг островов. А. А. Нагайцев (90). Огненный взрыв. М. М. Зейналов, К. С. Каграманов (91). Древний грязевой вулканизм на острове Артема. В. Г. Рихтер (92). Ископаемые некции. В. А. Горин (94). Извержение на Сахалине. В. И. Шилов, А. Я. Ильев, А. В. Подзоров (95). |     |
| Дискуссия, полемика. Конечность и бесконечность во Вселенной. Обзор писем и статей, поступивших в редакцию. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                             | 97  |
| Гипотезы. Вулканическая активность на Марсе? Г. И. Каттерфельд. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 103 |
| (Продолжение на 128 стр.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |

Модель проектируемого большого радиотелескопа с диаметром зеркала в 100 метров

Фото ТАСС





# ПАМЯТИ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО

*18 апреля 1955 г. скончался один из величайших ученых нашего времени Альберт Эйнштейн. В 1905 г. в журнале «Annalen der Physik» была опубликована статья, в которой он изложил основы созданной им специальной теории относительности. Эта теория произвела переворот в представлениях о физической картине мира и стала одним из краеугольных камней современной физики. В 1915 г. А. Эйнштейн сформулировал принципы общей теории относительности, наиболее глубокое исследование связи времени, пространства и тяготения, до сих пор играющее основную роль в космологических теориях. В этом году научная общественность широко отмечает эти знаменательные в истории физики даты. Публикуя ниже некоторые связанные с юбилеем материалы, редакция нашего журнала чтит память великого ученого-мыслителя.*

## О МЕТОДЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

*А. Эйнштейн*

Если вы хотите кое-что выяснить у физиков-теоретиков о методах, которые они применяют, я советую вам твердо придерживаться одного принципа: не слушайте, что они говорят, а лучше изучайте их действия. Тому, кто в этой области что-то открывает, продукты его творческого воображения кажутся столь необходимыми и естественными, что он рассматривает их не как создания мышления, а как данные реально-

сти. И ему хотелось бы, чтобы так их рассматривали и другие.

Эти слова звучат как приглашение уйти с этой лекции. Вы можете сказать: да, ведь, он сам — работающий физик, и потому все размышления о структуре теоретической науки, вероятно, передоверит гносеологам.

Против такой критики я лично могу защититься, заверив вас, что не по собственной просьбе, а по любезному приглашению

поднялся на эту трибуну, которая служит напоминанием о человеке, всю свою жизнь твердо боровшемся за единство знания. Но по существу мое выступление можно было бы оправдать тем, что каждому интересно знать, что думает о своей науке человек, со всей энергией посвятивший свою жизнь выяснению и улучшению основ науки. Тот способ, которым он рассматривает прошлое и настоящее своей области, пожалуй, очень сильно зависит от того, с чем он связывает надежды на будущее и что ставит своей целью в настоящем; но это — неизбежный удел всякого, кто интенсивно вжился в мир идей. То же самое происходит и с историком, который точно таким же образом, хотя может быть, и неосознанно, группирует действительные события вокруг идеалов о человеческом обществе, которые он сам создал для себя.

Бросим теперь беглый взгляд на развитие теоретической системы и при этом обратим особое внимание на отношение между содержанием теории и совокупностью опытных фактов. Здесь мы встречаемся с вечным противоречием между двумя нераздельными компонентами знания в нашей области — эмпирическим и рациональным знанием.

Мы почитаем древнюю Грецию как колыбель западной науки. Здесь впервые было создано чудо мысли — логическая система, теоремы которой вытекали друг из друга с такой точностью, что каждое из доказанных ею предложений было абсолютно несомненным: я говорю о геометрии Евклида. Этот замечательный триумф мышления придал человеческому интеллекту уверенность в себе, необходимую для последующих действий. Если труд Евклида не смог зажечь ваш юно-

шеский энтузиазм, то вы не рождены быть теоретиком.

Но прежде чем человечество созрело для науки, охватывающей действительность, необходима была вторая истина, которая не была достоянием философии до появления Кеплера и Галилея. Чисто логическое мышление не могло принести нам никакого знания эмпирического мира. Все познание реальности отправляется от опыта и возвращается к нему. Предложения, полученные при помощи чисто логических средств, при сравнении с реальностью оказываются совершенно пустыми. Именно потому, что Галилей знал это, и особенно потому, что он вдавливал это в головы ученых, он является отцом современной физики, да, пожалуй, и современного естествознания вообще.

Но если опыт есть начало и конец всего нашего знания реальности, какова же роль логического мышления в науке?

Полная система теоретической физики состоит из понятий, фундаментальных законов, которые должны иметь силу для этих понятий, и следствий, выведенных посредством логической дедукции. Это те заключения, которые должны соответствовать нашему единичному опыту; в любом теоретическом трактате их логический вывод занимает почти все страницы.

Здесь имеет место точно то же, что и в геометрии Евклида, за исключением того, что там фундаментальные законы называются аксиомами и не возникает вопроса о том, что выводы должны соответствовать какому-либо опыту. Если, однако, евклидову геометрию рассматривают как науку о возможности взаимного расположения практически твердых тел в пространстве, т. е. если ее трактуют как физическую науку, не абстрагируясь от ее первоначального эмпирического образа, то логическая однородность геометрии и теоретической физики становится полной.

Таким образом мы определили место логического мышления и опыта в системе теоретической физики. Логическое мышление определяет структуру этой системы; то, что содержит опыт и взаимные соотношения опытных данных, должно найти свое отражение и в выводах теории. В том, что такое отражение возможно, состоит единственная ценность и оправдание всей системы и особенно понятий и фундаментальных законов, лежащих в ее основе. В остальном эти последние суть свободные изобретения человеческого разума, которые не могут быть оправданы ни

---

Лекция А. Эйнштейна «О методе теоретической физики», прочитанная им в 1933 г. в Оксфорде, и «Автобиографические наброски», написанные незадолго до смерти, в 1955 г., впервые на русском языке напечатаны в журнале «Успехи физических наук» т. 86, вып. 3, июль 1965 г. В этом же номере журнала помещены еще три статьи Эйнштейна, не публиковавшиеся ранее на русском языке, представляющие существенный вклад в развитие квантовой статистики. Впервые же на русском языке в том же номере журнала публикуется статья Вольфганга Паули «Вклад Эйнштейна в квантовую теорию», написанная им к 70-летию Эйнштейна. Кроме того, в журнале напечатан ряд оригинальных статей: Г. М. Страховского и А. В. Успенского «Экспериментальная проверка теории относительности», В. Г. Брагинского «Гравитационное излучение», Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова «Релятивистская астрономия» (ч. II) и С. Г. Суворова «Философские воззрения Эйнштейна, их взаимосвязь с его физическими взглядами».

природой этого разума, ни каким-либо другим видом априори.

Эти фундаментальные понятия и законы, которые дальше не могут быть сводимы, образуют неотъемлемую цель теории, которая не поддается рациональной трактовке. Важнейшая часть всей теории состоит в том, чтобы этих несводимых элементов было как можно меньше и чтобы они были как можно проще, однако так, чтобы это не исключало точного отображения того, что содержится в опыте.

Кратко обрисованный здесь взгляд, согласно которому основы научной теории имеют чисто произвольный (*fiktiven*) характер, еще не был господствующим в XVIII и XIX вв. Но постепенно он получает все более прочную почву, по мере того как в мышлении все более отдаляются друг от друга фундаментальные понятия и законы, с одной стороны, и те выводы, которые должны быть сопоставлены с опытом, с другой, чем больше унифицируется логическая структура, т. е. чем меньше становится число логически независимых друг от друга концептуальных элементов, которые оказываются необходимыми, чтобы поддержать всю структуру.

Ньютон, первый основатель обширной, работоспособной системы теоретической физики, был еще убежден в том, что основные понятия и законы его системы происходят из опыта. Его слова *hypotheses non fingo* «гипотез я не строю» можно понять в этом смысле.

Действительно, появившиеся в это время понятия пространства и времени не создавали никаких проблем. Понятия массы, инерции и силы и связанные с ними законы казались взятыми непосредственно из опыта. Раз эта база была принята, то и выражение для силы тяготения казалось выведенным из опыта, и было основание ожидать то же самое в отношении других сил.

Правда, из ньютоновых формулировок мы видим, что понятие абсолютного пространства, связанное с понятием абсолютного покоя, доставляло ему неприятное чувство; он понимал, что в опыте, по-видимому, нет ничего, что соответствовало бы этому понятию. Он чувствовал также беспокойство в связи с введением дальнедействующих сил. Но огромный практический успех его учения, по-видимому, воспрепятствовал ему и физикам XVIII и XIX вв. признать произвольный характер основ его системы.

Напротив, большинство естествоиспытателей тех времен были проникнуты идеей, что фундаментальные понятия и основные

законы физики не были в логическом смысле свободными изобретениями человеческого разума и что они могли быть выведены из экспериментов посредством «абстракции» — т. е. логическими средствами. Ясное осознание неправильности этого понимания по существу принесла только общая теория относительности. Эта теория показала, что на фундаменте понятий, сильно отличающемся от ньютонова, можно соответствующий круг опытов объяснить даже более удовлетворительным и совершенным образом, чем это было возможно на ньютоновой основе. Но совершенно не входя в обсуждение степени превосходства той или другой основы, можно сказать, что их произвольный (*fictiven*) характер вполне очевиден из того факта, что мы можем указать на две существенно различные основы, которые обе в высокой степени соответствуют опыту. Во всяком случае это доказывает, что всякая попытка логического выведения основных понятий и законов механики из элементарного опыта обречена на провал.

Если, далее, справедливо, что аксиоматическая основа теоретической физики не может быть извлечена из опыта, а должна быть свободно изобретена, можем ли мы вообще надеяться найти правильный путь? Более того, существует ли этот правильный путь не только в нашем воображении? Можем ли мы вообще быть уверенными, что опыт — надежный руководитель, если существуют такие теории, как классическая механика, которые, воздавая должное опыту, не пропикают в сущность вещей? Я отвечаю без колебаний, что, по моему мнению, есть правильный путь, и мы в состоянии найти его. Весь предшествующий опыт утверждает нас в вере, что природа представляет собой реализацию простейших математически мыслимых элементов. Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы. Опыт может подсказать нам соответствующие математические понятия, но они ни в коем случае не могут быть выведены из него. Конечно, опыт остается единственным критерием пригодности математических конструкций физики. Но настоящий творческий принцип присущ именно математике. Поэтому я считаю в известном смысле справедливым, что чистое мышление в состоянии постигнуть реальность, как это и полагали древние.

Чтобы оправдать эту уверенность, я вынужден применить математическое понятие. Физический мир представляется в виде четырехмерного континуума. Если я предполагаю в нем риманову метрику и спрашиваю, каковы простейшие законы, которые могут удовлетворить такой метрике, я прихожу к релятивистской теории гравитации в пустом пространстве. Если в этом пространстве я предполагаю векторное поле или антисимметричное тензорное поле, которое может быть из него выведено, и спрашиваю, каковы простейшие законы, которые могут удовлетворить такому полю, я прихожу к максвелловым уравнениям для вакуума.

У нас нет еще теории для тех частей пространства, в которых плотность электрического заряда не исчезает. Де-Бройль предположил существование волнового поля, которое должно было объяснить известные квантовые свойства материи. Дирак нашел в спинорах полевые величины нового вида, простейшие уравнения которых позволили вывести общие свойства электронов. Позже, в сотрудничестве с моим коллегой доктором Вальтером Майером, я нашел, что эти спиноры образуют своеобразный вид поля, математически связанного с четырехмерной системой; мы назвали его «полувекторным». Простейшие уравнения, которым такие полувекторы могут удовлетворять, дают нам ключ к пониманию того, что существуют два вида элементарных частиц различной весомой массы и равного, но противоположного электрического заряда. Эти полувекторы, вслед за обычными векторами, являются простейшими математическими полевыми образованиями, которые возможны в метрическом континууме четырех измерений, и это выглядит так, как если бы они естественным образом описывали существенные свойства электрических элементарных частиц.

Для нашего рассмотрения существенно, что все эти образования и их закономерные связи могут быть получены в соответствии с принципом поисков математически простейших понятий и связей между ними. В ограниченности числа математически существующих простых типов полей и простых уравнений, возможных между ними, состоит надежда теоретиков на то, что они смогут понять реальность во всей ее глубине.

Наиболее тяжелым пунктом для развития подобной полевой теории является концепция атомистической структуры вещества и энергии. Потому что эта теория в основе

своей не атомистична, постольку она оперирует исключительно с непрерывными функциями пространства, в противоположность классической механике, наиболее важный элемент которой — материальная точка — уже сам по себе оправдывает атомистическую структуру вещества.

Современная квантовая теория в той ее форме, которая связана с именами де-Бройля, Шредингера и Дирака и оперирует с непрерывными функциями, преодолела эту трудность путем смелой интерпретации; последняя впервые в ясной форме была дана Максом Борном. Согласно этой интерпретации, пространственные функции, которые встречаются в уравнениях, не претендуют на то, чтобы быть математической моделью атомистического образования. Предполагается, что эти функции определяют только математические вероятности найти такие образования в известном месте или же в известном состоянии движения, когда производятся соответствующие измерения. Это толкование логически свободно от противоречий, и оно достигло значительных результатов. Но, к сожалению, оно вынуждает нас применять континуум, размерность которого не является размерностью пространства, применяемого в физике до сих пор (а именно: четырехмерной); размерность этого континуума неограниченно возрастает вместе с ростом числа частиц, составляющих рассматриваемую систему. Не могу не признаться в том, что я придавал этой интерпретации только преходящее значение. Я все еще верю в возможность модели реальности, т. е. теории, которая выражает сами вещи, а не только вероятности их появления.

С другой стороны, мне кажется несомненным, что мы должны отказаться от идеи точной локализации частиц в теоретической модели. Это кажется мне прочным выводом из гейзенберговского соотношения неопределенности.

Но атомистическая теория в собственном смысле слова (а не только на основе интерпретации) вполне мыслима и без локализации частиц в математической модели. Например, чтобы учесть атомистический характер электричества, необходимо только полевые уравнения привести к следующему выводу: область трехмерного пространства, на границах которой плотность электрического заряда исчезает повсюду, всегда содержит общий электрический заряд, величина которого представляется целым числом.

В теории континуума атомистические характеристики могли бы быть удовлетворительно выражены через интегральные законы, без локализации тех образований, которые составляют атомистическую структуру.

Только в том случае, если бы удалось

осуществить такое представление атомистической структуры, я считал бы квантовую загадку разрешенной.

*Перевод с английского С. Г. Суворова*

УДК 530. 12

# АВТОБИОГРАФИЧЕСКИЕ НАБРОСКИ

*А. Эйнштейн*

**В** 1895 г. в шестнадцатилетнем возрасте я приехал из Италии в Цюрих, после того как без школы и без учителя провел год в Милане у родителей. Моей целью было поступление в политехникум, хотя я не совсем ясно представлял себе, как это можно осуществить. Я был своенравным, но скромным молодым человеком, который приобрел свои необходимые знания спорадически, главным образом путем самообразования. Я жаждал глубоких знаний, но обучение не казалось мне легкой задачей: я был мало приспособлен к заучиванию и обладал плохой памятью. С чувством вполне обоснованной неуверенности я явился на вступительный экзамен на инженерное отделение. Экзамен показал мне прискорбную недостаточность моей подготовки, несмотря на то, что экзаменаторы были снисходительны и полны сочувствия. Я понимал, что мой провал был вполне оправдан. Отрадно было лишь то, что физик Г. Ф. Вебер сказал мне, что я могу слушать его коллег, если останусь в Цюрихе. Но ректор, профессор Альбин Герцог, рекомендовал меня в кантональную школу в Аарау, где после годичного обучения я сдал экзамен на аттестат зрелости. Эта школа оставила во мне незабываемый след, благодаря своему либеральному духу и скромной серьезности учителей, которые не опирались на какие-либо показные авторитеты; сравнение с шестилетним обучением в авторитарно управляемой немецкой гимназии убедительно показало мне, насколько воспитание в духе свободы и чувства личной ответственности выше воспитания, которое основано на муштре, внешнем авторитете и честолюбии. Настоящая демократия не является пустой иллюзией.

В этом году в Аарау у меня возник вопрос: если бы можно было погнаться за световой волной со скоростью света, то мы

имели бы перед собой независящее от времени волновое поле. Но все-таки это кажется невозможным! Это был первый детский мысленный эксперимент, который относился к специальной теории относительности. Открытие не является делом логического мышления, даже если конечный продукт связан с логической формой.

1896—1900 гг.— обучение на отделении преподавателей специальных дисциплин швейцарского политехникума. Вскоре я заметил, что довольствуюсь ролью посредственного студента. Для того чтобы быть хорошим студентом, нужно обладать легкостью восприятия; готовностью сконцентрировать свои силы на всем том, что читается в лекциях, любовью к порядку, чтобы записывать и затем добросовестно обрабатывать преподносимое на лекциях. Всех этих качеств мне основательно не доставало, как я с сожалением установил. Так постепенно я научился ладить с не совсем чистой совестью и организовывать свое ученье так, как это соответствовало моему интеллектуальному желудку и моим интересам. Некоторые лекции я слушал с большим интересом. Но обыкновенно я много «прогуливал» и со священным рвением штудировал дома корифеев теоретической физики. Само по себе это было хорошо и служило также тому, что нечистая совесть так действительно успокоилась, что душевное равновесие не нарушалось сколько-нибудь заметно. Это широкое самостоятельное обучение было простым продолжением более ранней привычки; в нем принимала участие сербская студентка Милева Марич, которая позднее стала моей женой. Однако в физической лаборатории проф. Г. Ф. Вебера я работал с рвением и страстью. Захватывали меня также лекции проф. Гейзера по геометрии бесконечно малых, которые были настоящими шедеврами педагогического искусства

и очень помогли мне позднее в борьбе, раз-  
вернувшейся вокруг общей теории относительности. Но высшая математика еще мало интересовала меня в студенческие годы. Мне ошибочно казалось, что это настолько разветвленная область, что можно легко растратить всю свою энергию в далекой провинции. К тому же по своей наивности я считал, что для физики достаточно твердо усвоить элементарные математические понятия и иметь их готовыми для применения, а остальное состоит в бесполезных для физики тонкостях, — заблуждение, которое только позднее я с сожалением осознал. У меня, очевидно, не хватало математических способностей, чтобы отличить центральное и фундаментальное от периферийного и не принципиально важного.

В эти студенческие годы развилась настоящая дружба с товарищем по учебе, Марселем Гроссманом. Раз в неделю мы торжественно шли с ним в кафе «Метрополь» на набережной Лиммат и разговаривали с ним не только об учебе, но и сверх того, о всех вещах, которые могут интересовать молодых людей с открытыми глазами. Он не был таким типом бродяги и чудака, как я, но был связан со швейцарской средой и по возможности не потерял внутренней самостоятельности. Кроме того, он обладал в избытке как раз теми данными, которых мне не хватало: быстрым восприятием и порядком во всех смыслах. Он не только посещал все лекции, которые мы считали важными, но и обрабатывал их таким замечательным образом, что если бы его тетради перепечатать, их вполне можно было издать. Для подготовки к экзаменам он одалживал мне эти тетради, которые означали для меня якорь спасения; о том как мне жилось бы без них, лучше не гадать.

Несмотря на эту неоценимую помощь и вопреки тому, что все читавшиеся нам предметы сами по себе были интересными, я должен был перебороть себя, чтобы основательно изучить все эти вещи. Для людей моего типа, склонных к долгому раздумью, университетское образование не является безусловно благодатным. Вынужденный есть много хороших вещей, человек может надолго испортить себе аппетит и желудок. Огонек священного любопытства может надолго угаснуть. К счастью, у меня эта интеллектуальная депрессия после благополучного окончания учебы длилась только год.

Самое большое из того, что сделал для меня Марсель Гроссман как друг, было следующее. Приблизительно через год после окончания обучения он рекомендовал меня через своего отца Фридриху Галлеру, директору швейцарского патентного бюро, которое тогда еще называлось «Бюро духовной собственности». После обстоятельного устного испытания господин Галлер принял меня на службу. Благодаря этому в 1902—1909 гг., как раз в годы наиболее продуктивной деятельности, я был избавлен от забот о существовании. Кроме того, работа над окончательной формулировкой технических патентов была для меня настоящим благословением. Она принуждала к многостороннему мышлению, а также давала импульс для физических размышлений. Наконец, практическая профессия вообще является благословением для людей моего типа. Ибо академическая карьера вынуждает молодых людей производить научные труды во все возрастающем количестве, что приводит к соблазну поверхностности, которому могут противостоять только сильные характеры. Большинство практических профессий относятся, далее, к такому роду, что человек нормальных способностей в состоянии выполнить то, чего от него ждут. В своем житейском существовании он не зависит от особых озарений. Если у него есть более глубокие научные интересы, то, наряду со своей обязательной работой, он может погрузиться в свою любимую проблему. Его не должна угнетать боязнь того, что его усилия могут остаться безрезультатными. Тем, что я оказался в таком счастливом положении, я обязан Марселю Гроссману.

Из событий научного характера, которые относятся к тем счастливым годам в Берне, я упомяну лишь одно, которое привело к наиболее плодотворной идее в моей жизни. Специальной теории относительности было уже несколько лет. Ограничен ли принцип относительности инерциальными системами, т. е. системами координат, которые движутся равномерно друг относительно друга (линейные преобразования координат)? Формальный инстинкт подсказывает: «Вероятно, нет!». Но основное положение всей прежней механики — принцип инерции — как будто бы исключает всякое расширение принципа относительности. А именно, если ввести систему координат, движущуюся с ускорением (по отношению к инерциальной системе), то «изолированная» точечная масса боль-

ше не движется прямолинейно и равномерно относительно этой системы. Свободный от мешающего привычного мышления ум спросил бы теперь: а не дает ли мне в руки это поведение способ отличить инерциальную систему от неинерциальной? Он должен был бы затем прийти к выводу (по крайней мере в случае прямолинейного равноускоренного движения), что это не так. Ибо механическое поведение тел относительно такой ускоренной системы координат можно интерпретировать так же, как действие гравитационного поля; это можно сделать благодаря эмпирическому факту, который заключается в том, что в гравитационном поле ускорение тел, независимо от их природы, всегда одно и то же. Знание этого (принцип эквивалентности) сделало вероятным не только то, что законы природы должны быть инвариантными по отношению к общей группе преобразований Лоренца (расширение принципа относительности), но также и то, что это расширение должно привести к углубленной теории гравитационного поля. В том, что эта идея в принципе является правильной, я по меньшей мере не сомневался. Но трудности ее осуществления казались почти непреодолимыми. Прежде всего элементарные соображения показывали, что переход к более широкой группе преобразований несовместим с прямой интерпретацией пространственно-временных координат, которая проложила путь специальной теории относительности. Кроме того, нельзя было усмотреть, как должна быть выбрана расширенная группа преобразований. В действительности мне удалось подойти к этому принципу эквивалентности окольным путем, описание которого здесь неуместно.

В 1909—1912 гг., в то время, как я изучал теоретическую физику в Цюрихском и Пражском университетах, я непрерывно размышлял об этой проблеме. В 1912 г., когда меня пригласили на работу в Цюрихский политехникум, я уже значительно ближе подошел к решению этой проблемы. Важным здесь оказался анализ Германа Минковского формальной основы специальной теории относительности. Его можно сконцентрировать в следующем предложении: четырехмерное пространство имеет (инвариантную) псевдоэвклидову метрику; она определяет метрические свойства пространства, которые можно констатировать экспериментально, а также принцип инерции и, сверх того, форму системы уравнений, инвариантных по Ло-

ренцу. В этом пространстве имеются предпочтительные, а именно, квазидекартовы системы координат, которые являются здесь единственными «естественными» (инерциальные системы).

Принцип эквивалентности позволяет нам ввести в таком пространстве нелинейные преобразования координат, т. е. недекартовы («криволинейные») координаты. Псевдоэвклидова метрика принимает при этом общую форму

$$ds^2 = \Sigma g_{ik} dx_i dx_k;$$

суммирование ведется по индексам  $i$  и  $k$  (от 1 до 4). Эти  $g_{ik}$  являются тогда функциями четырех координат, которые согласно принципу эквивалентности, кроме метрики описывают также «гравитационное поле». Это последнее здесь, конечно, совершенно особого вида. Ибо с помощью преобразования его можно перевести в специальную форму

$$-dx_1^2 - dx_2^2 - dx_3^2 + dx_4^2,$$

т. е. в форму, в которой  $g_{ik}$  не зависит от координат. В этом случае описываемое посредством  $g_{ik}$  гравитационное поле можно «преобразовать». В последней специальной форме инерционные свойства изолированных тел выражаются (времениподобной) прямой линией. В общей форме им соответствуют «геодезические линии».

Эта формулировка относилась, правда, все еще к случаю псевдоэвклидова пространства. Однако она ясно показала, как нужно осуществлять переход к гравитационным полям общего вида. Здесь также необходимо описывать гравитационное поле посредством некоего рода метрики, т. е. симметричного тензорного поля  $g_{ik}$ . Обобщение состоит просто в том, что теперь нужно отбросить предположение о том, что это поле можно превратить в псевдоэвклидово с помощью простого преобразования координат.

Тем самым проблема гравитации была сведена к чисто математической. Существуют ли дифференциальные уравнения для  $g_{ik}$ , которые инвариантны относительно нелинейных преобразований координат? Такие и только такие дифференциальные уравнения принимались во внимание как уравнения гравитационного поля. Закон движения материальной точки давался бы тогда уравнением геодезической линии.

С этой задачей в голове я навел на 1912 г. моего старого студенческого друга Марселя Гроссмана, который тем временем стал профессором математики в Швейцарском политехникуме. Он тотчас загорелся,

хотя как настоящий математик имел несколько скептическую точку зрения на физику. Когда мы оба еще были студентами и привычным образом обменивались в кафе нашими мыслями, он сделал однажды такое прекрасное, характерное замечание, что я не могу его здесь не процитировать: «Я полагаю, что из изучения физики я все же почерпнул кое-что существенное. Когда раньше я сидел на стул и ощущал еще остаток тепла, которое принадлежало моему «предсественнику» (Vor-Sitzender), мне было страшно. Все это совершенно прошло, так как физика научила меня, что теплота есть нечто совершенно безличное».

Вышло так, что хотя он охотно согласился совместно работать над проблемой, но все-таки с тем ограничением, что он не берет на себя никакой ответственности за какие-либо физические утверждения и интерпретации. Он тщательно просмотрел литературу и скоро обнаружил, что указанная математическая проблема уже решена прежде всего Риманом, Ричи и Леви-Чивитой. Это развитие в целом примыкало к теории кривизны поверхностей Гаусса; в этой теории впервые были систематически использованы обобщенные координаты. Достижения Римана были наибольшими. Он показал как из поля тензоров  $g_{ik}$  можно получить вторые производные. Из этого следовало, как должны выглядеть уравнения поля гравитации в случае, если поставлено требование инвариантности относительно группы всех непрерывных преобразований координат. Однако не так легко было принять, что это требование обосновано, так как я считал, что можно найти основания против него. Эта, разумеется, ошибочная мысль привела к тому, что

в своей окончательной форме теория появилась только в 1916 г.

В то время как я усердно работал совместно с моим другом, никто из нас не думал, что злой недуг так скоро унесет этого замечательного человека. Потребность по крайней мере один раз в жизни выразить мою благодарность Марселю Гроссману придала мне смелость написать эти довольно пестрые автобиографические наброски.

Со времени завершения гравитационной теории теперь прошло уже сорок лет. Они почти исключительно были посвящены усилиям вывести путем обобщения из теории гравитационного поля единую теорию поля, которая могла бы образовать основу для всей физики. С той же целью работали многие. Некоторые обнадеживающие попытки я впоследствии отбросил. Но последние десять лет привели, наконец, к теории, которая кажется мне естественной и обнадеживающей. Я не в состоянии сказать, могу ли я считать эту теорию физически полноценной; это объясняется пока еще непреодолимыми математическими трудностями; впрочем, такие же трудности представляет применение любой нелинейной теории поля. Кроме того, вообще кажется сомнительным, может ли теория поля объяснить атомистическую структуру вещества и излучения, а также квантовые явления. Большинство физиков, несомненно, ответят убежденным «нет», ибо они считают, что квантовая проблема должна решаться принципиально иным путем. Как бы то ни было, нам остаются в утешение слова Лессинга: стремление к истине ценнее, чем гарантированное обладание ею.

Перевод с немецкого В. В. Иванов

УДК 530. 12

## ЭЙНШТЕЙН И АКАДЕМИЯ НАУК СССР

*2 декабря 1922 г. Общее собрание Российской Академии наук утвердило членом-корреспондентом Академии профессора Берлинского и Лейденского университетов Альберта Эйнштейна. Представление об избрании Эйнштейна было сделано тремя русскими академиками: А. Ф. Иоффе, П. П. Лазаревым и В. А. Стекловым. Ниже приводится полный текст составленной ими «Записки об ученых трудах Альберта Эйнштейна».*

А. Эйнштейн (Albert Einstein), член Берлинской Академии наук и профессор Берлинского и Лейденского университетов — наиболее выдающаяся фигура в современной теоретической физике. Еще в 1905 г. он опубли-

ковал 3 работы, дальнейшее развитие которых создало три основных направления современной физики: 1) Принцип относительности, дополненный в 1911 г. принципом эквивалентности тяготения и ускорения, при-

вел его в 1915 г. к общей теории относительности, совершенно исключительное значение которой нельзя не признать даже в том случае, если не считать еще доказанным основным принцип Эйнштейна. 2) Исследование Броунова теплового движения, за которым последовало определение диффузии, вызвало развитие статистической физики. 3) Введенные им световые кванты привели его к теории фотоэлектрического эффекта, фотохимии, к рациональному обоснованию теории лучистой энергии. В 1907 г. Einstein впервые применил теорию квантов к материи, создав современную теорию теплоемкости, приведшую к третьему началу термодинамики.

Смелость и новизна мысли, логическая последовательность в ее проведении через всю систему нашего знания — общие черты всех работ Einstein'a. Если и не все основы логических построений Einstein'a будут подтверждены опытом, то несомненно, что многое сделалось уже прочным достоянием науки и что те поразительные успехи, которых добилась физика за последние 15 лет, в значительной степени обязаны идеям Einstein'a.

Мы рекомендуем Физико-Математическому Отделению Российской Академии наук

избрать Albert'a Einstein'a членом-корреспондентом Академии.

А. Иоффе, П. Лазарев, В. Степанов  
«Известия Российской Академии наук», VI серия  
т. XVI, 1922, стр. 42

\* \* \*

В конце 1926 г. последовало избрание А. Эйнштейна в почетные академики<sup>1</sup>. Указание в 48-м томе 2-го издания БЭС на то, что Эйнштейн является почетным членом АН СССР с 1927 г., связано, по-видимому, с тем, что об избрании Эйнштейна было сообщено на торжественном годовичном собрании Академии в феврале 1927 г.

В протоколе IX заседания Общего собрания Академии наук от 6 ноября 1926 г. указывается, что И. Ю. Крючковский, за Непременного секретаря, доложил собранию о поступившем предложении 10 действительных членов Академии избрать Альберта Эйнштейна почетным академиком, причем первым подписавшимся был академик П. П. Лазарев. 4 декабря того же года проф. Эйнштейн был избран почетным членом АН СССР.

УДК 530. 12

<sup>1</sup> См. «Известия АН СССР», 1926, VI серия, стр. 1714—1715.

## К ЮБИЛЕЮ А. ЭЙНШТЕЙНА

В конце августа и в начале сентября 1965 г., во время XI Международного конгресса историков науки, в Варшаве и Кракове состоялся Эйнштейновский симпозиум, на котором выступят с докладами Д. Холтон (США), Мари А. Топеля (Франция) и Б. Г. Кузнецов (СССР). Тексты докладов публикуются в польском журнале по истории науки «Органон».

Осенью в Москве состоится объединенное заседание Отделения общей и прикладной физики и Отделения ядерной физики АН СССР, посвященное 60-летию специальной теории относительности.

\* \* \*

В издательстве «Наука» выходит ряд приуроченных к этой дате книг. Уже в 1965 г. поступит подписчикам первый том четырехтомного собрания работ Эйнштейна по теории относительности, классической термодинамике, теории квантов и другим вопросам физики, а также по общим проблемам науки.

Значительная часть популяр-

ных произведений Эйнштейна, доступных для всех интересующихся теоретической физикой и историей естествознания, войдет во второй том собрания сочинений. Представляют интерес (не только для физиков) и другие выпускаемые издательством книги:

«Эйнштейновский сборник», выходит в свет в конце года (в дальнейшем предполагается выпуск целой серии). В этом издании впервые на русском языке печатаются три статьи Эйнштейна: «Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности», «Общий язык науки» и «Памяти Карла Шварцшильда». Следует отметить, что две последние статьи вообще не воспроизводились после их первой публикации. В этом же сборнике составлены по кардинальным вопросам теории относительности выступления зарубежных и советские ученые — Д. Холтон «О происхождении специальной теории относительности» (Гарвард), Мари А. Топеля «Обновление понятия относительности в физике Эйнштейна» (Париж), М. Д. Клейн

«Эйнштейн и дуализм волны-частицы» и «Первые работы Эйнштейна по квантам» (Кливленд), П. Е. Тамм «Современное состояние физики элементарных частиц» (Москва), Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков «Общая теория относительности и астрофизика» (Москва), Б. Г. Кузнецов «Дополнительность и относительность» (Москва), А. Г. Баранов «Новейшие эксперименты по проверке специальной теории относительности» (Москва), У. И. Франкфурт и А. М. Френк «Эйнштейн как историк науки» (Москва, Тирасполь).

Книга Б. Г. Кузнецова «Этюды об Эйнштейне», выходящая в ближайшее время, посвящена современному состоянию и перспективам развития идей Эйнштейна. П. Н. Погребыский в книге «От Лагранжа до Эйнштейна. Классическая механика XIX века» излагает и анализирует основные разделы механики с точки зрения релятивистской и квантовой концепций.

УДК 530. 12

# Некоторые вопросы современной ГЕНЕТИКИ

Член-корреспондент АН СССР Н. П. Дубинин

*Наука не только решает задачи, которые ставит перед ней сегодняшний день, но и prepares завтрашний день техники, медицины, сельского хозяйства, далекие возможности межзвездных полетов и покорения природы. К особенно перспективным наукам относится генетика, изучающая явления наследственности и изменчивости организмов. Наследственность — одно из коренных свойств жизни, она определяет воспроизведение форм в каждом последующем поколении. И если мы хотим научиться управлять развитием жизненных форм, образованием полезных для нас и устранением вредных, — мы должны понять сущность наследственности и причины появления новых наследственных свойств у организмов.*

## НАУКА XX ВЕКА

Учение о наследственности, вообще говоря, столь же старо, как и учение об атоме: факты упорной передачи от одного поколения к другому характерных черт лица или музыкальных способностей, как и гораздо более общее явление — сходство детей с родителями, не могли не привлечь к себе внимания ученых уже много веков тому назад. Однако лишь успехи в развитии целого комплекса генетических методов, цитологии, биохимии, молекулярной биологии, создания комплексных методов с участием физики, химии и математики, достигнутые за последние десятилетия, вплотную приблизили нас к пониманию материальных основ наследственности. Поэтому мы вправе утверждать, что, как и атомная физика, генетика — это детище нашего стремительного XX в.

Правда, еще в 1859 г. Чарлз Дарвин обосновал значение изменчивости и наследственности для понимания механизма эволюционного процесса, а в 1865 г. чешский ученый Грегор Мендель сформулировал основные законы дискретной наследственности. 100-летие этого события торжественно отмечает научная общественность всего мира. Но во времена Дарвина теории наследственности носили еще умозрительный характер, а работа

Менделя оставалась почти неизвестной вплоть до начала девятисотых годов. Полностью оценено было в начале XX в. и открытое акад. С. И. Коржинским в 1898 г. явление мутаций, т. е. возникновения среди организмов, обладающих определенными признаками, организмов с новыми наследственными свойствами. Именно мутации составляют основу деятельности естественного и искусственного отбора. Дальнейшее развитие генетики происходило уже в нашем веке.

## ЧЕТЫРЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПА

Первый важный этап в развитии современной генетики — это анализ законов наследственности, уточнение и развитие исследований Менделя. В обширнейших опытах по скрещиванию и гибридизации, проведенных с культурными растениями, сельскохозяйственными животными и дикими формами, было доказано существование законов наследственности во всем органическом мире, что имело большое значение для обоснования современной генетики, развития теории эволюции, новых методов в селекции и для развития других отраслей биологических знаний.

Второй этап — установление внутриклеточных материальных основ наследственности. Изве-



Грегор Мендель

стно, что организм каждого следующего поколения развивается из яйцеклетки. Стало быть, материальные основы наследственности имеют внутриклеточную природу. Развитие науки о клетке, цитологии, привело к установлению того факта, что явления наследственности связаны с веществами клеточного ядра, с нуклеопротеидами, заключенными в хромосомах.

Используя различные экспериментальные приемы, удалось уточнить строение отдельных хромосом, как бы разбить их на элементы, определяющие те или иные признаки. Эти элементы, о природе которых еще сравнительно недавно мы не могли сказать ничего определенного, получили название генов — факторов наследственности. Этот этап развития генетики завершился блестящими работами ряда биологов: были составлены карты хромосом, нанесены на эти ядерные образования участки, в которых локализованы те или иные гены.

Третий этап развития генетики отражает

успехи в создании молекулярной биологии. Мы уже не ограничиваемся цитологическими исследованиями, выявляющими клеточные структуры, которые могут быть исследованы при помощи микроскопа, даже электронного. Многие явления жизни, в том числе и наследственность, изучаются сейчас на молекулярном уровне. В результате совместной работы выдающихся физиков, химиков, биохимиков и генетиков одержана одна из важнейших побед естествознания нашего века — конкретизировано понятие гена. Мы знаем теперь, что явления наследственности связаны с нуклеиновыми кислотами, локализирующимися в хромосомах клеточного ядра. Тонкие методы биохимии дали возможность выделить из клеток нуклеиновые кислоты в чистом виде. Рентгеноструктурный анализ помог раскрыть их строение. Генетические эксперименты сопоставили структурные особенности молекул с передачей по наследству определенных признаков. В результате этого выяснилось, что все наследственные свойства, а значит и все эволюционное развитие организмов, как бы записаны, закодированы внутри атомных группировок нуклеиновой кислоты.

В основе всех главных жизненных процессов лежат системы молекул, которые несут в себе генетическую информацию. Биосинтез белков оказался программированным структурой нуклеиновых кислот. Таким образом, биохимия и физиология клетки регулируются генетическими молекулярными структурами, программирующими развитие особи. Развитие генетики создало теоретическую базу для практических методов селекции животных, растений и микроорганизмов. Одно раскрытие материальных основ наследственности обеспечило переход к активному вмешательству в химическую первооснову явлений наследственности. Используя в основном радиоактивные излучения и некоторые химические вещества, мы научились искусственно изменять структуру нуклеиновых кислот, что приводит к появлению мутаций, часть которых обладает ценными для нас свойствами. Искусственные мутации во многих случаях служат уже материалом для селекции. Важную роль для понимания процессов эволюции и создания действенных методов селекции сыграло развитие учения о генетике популяций.

Открытие материальной основы наследственности создает перспективы создания методов для направленного вмешательства в явления наследственности, стало быть, и для разработки новых, могущественных методов управления жизнью в целом. С последним обстоятельством связаны некоторые перспективы генетики, о которых мы расскажем дальше.

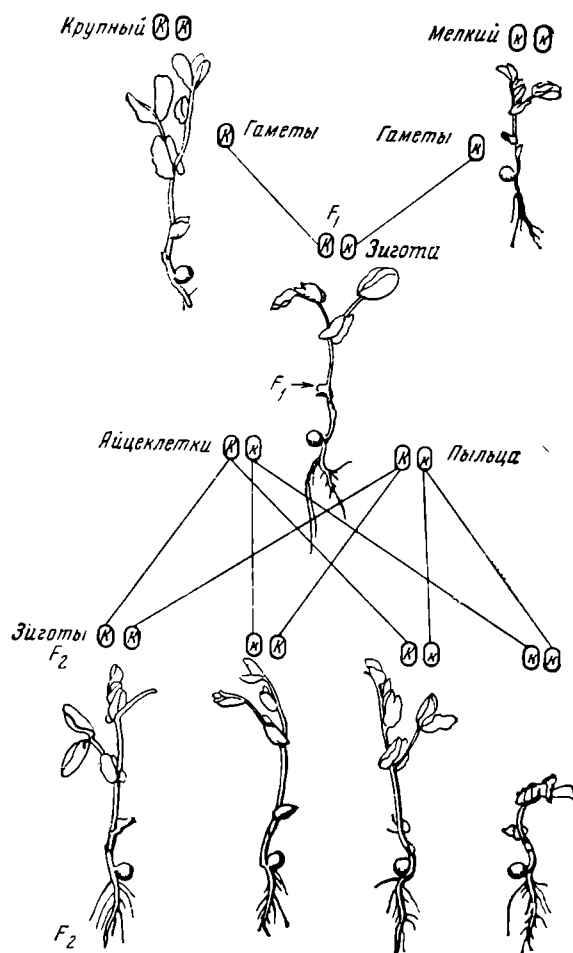
В развитии генетики большую роль сыграли работы советских ученых. Это, в частности, касается и методов получения искусственных мутаций. Так, Г. А. Надсон и Г. Г. Филиппов впервые в мире обнаружили (Ленинградский институт радия, 1925 г.), что радиоактивные излучения вызывают мутации, а А. А. Сапегин и Л. Н. Делоне (1929—1930 гг.) впервые использовали атомную энергию в селекции растений. Современная генетика популяций своим истоком имеет статью С. С. Четверикова (1926 г.) «О некоторых вопросах эволюционной теории с точки зрения современной генетики».

В истории советской селекции, построенной на принципах дарвинизма и классических генетических методах индивидуального массового отбора и скрещивания, выдающуюся роль сыграла деятельность акад. Н. И. Вавилова. Н. И. Вавилов, опираясь на принципы дарвинизма и генетики, заложил основы развития научной селекции в СССР. Незгладимый след в истории генетики и селекции оставила деятельность И. В. Мичурина, развившего принципы активного преобразования природы и разработавшего метод отдаленной гибридизации в сочетании с вегетативным размножением выдающихся уникальных гибридов. М. Ф. Иванов обосновал роль генетики в селекции животных.

Крупнейшие достижения советской селекции в лице ее представителей, таких как Н. В. Рудницкий, П. К. Константинов, П. И. Лисицин, С. И. Жегалов, А. А. Сапегин, М. Ф. Иванов, Н. В. Цицин, А. П. Шехурдин, В. Н. Мамонтова, В. П. Кузмин, В. Е. Писарев, М. И. Хаджинов, А. Мазлумов, П. П. Лукьяненко, В. С. Пустовойт и др., все эти достижения реально основаны на использовании таких фундаментальных методов дарвинизма и генетики, как отбор и скрещивания в разных их формах. В селекции самоопылителей вначале основным методом был индивидуальный отбор, в последнее время отбор стал сочетаться с продуманным скрещиванием, дающим обогащенный исходный материал для селекции. Так,

П. П. Лукьяненко свой известный сорт «Безостая 1» получил, скрещивая прекрасный советский сорт «Лютесценс» с пшеницей из Аргентины и проводя отбор в ряде поколений гибридов.

Однако после основополагающих работ Н. И. Вавилова прошло 30 лет. Естествознание в целом, и в первую очередь физика и генетика, вошли в полосу революционных преобразований. В наши дни революция, охватывая естествознание, стучится в двери селекции. Перед селекцией раскрываются новые горизонты, связанные с созданием союза новой генетики и всего опыта селекции. Сейчас можно указать на три принципиально новых селекционных принципа, разработанных



Опыт Менделя по наследованию высоты растений у гороха. *K* — высокий, *k* — низкий. В гибриде первого поколения ( $F_1$ ) доминирует признак высокого роста. При скрещивании гибридов ( $Kk \times Kk$ ) во втором поколении происходит расщепление на 3 высоких и 1 низкий

в лабораториях экспериментальной генетики: генетически регулируемый гетерозис; экспериментальная полиплоидия и радиационный и химический мутагенез.

## ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКИ

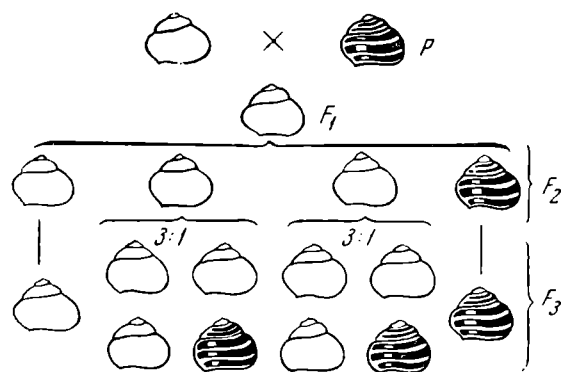
Многие достижения генетики хорошо известны. Весь мир завоевали межлинейные гибриды кукурузы. Исследования по экспериментальной генетике привели к созданию метода получения высокоурожайных, так называемых гетерозисных гибридов путем скрещивания линий, создаваемых с помощью тесного родственного размножения. Лучшим методом создания таких линий у растений является принудительное самоопыление. После кропотливой работы по анализу ценности таких линий для гибридизации они выделяются как постоянные производители гибридных семян. Эти семена получают на участках гибридизации, где для обеспечения нужного скрещивания приходится отламывать мужские метелки на одной из родительских линий. М. И. Хаджинов еще в 1928 г. обнаружил у кукурузы явление цитоплазматической мужской стерильности, при которой пыльца на мужских метелках не образуется. Однако простое использование этого интересного признака не достигало результата, так как этот признак, передаваясь гибридам, превращает их также в стерильные растения. Лишь тогда, когда были найдены гены, кото-

рые при скрещивании с линией, имевшей цитоплазматическую мужскую стерильность, восстанавливали плодовитость в гибридах — задача оказалась решенной. Теперь на участках гибридизации не нужно отламывать мужские метелки, весь процесс скрещивания автоматически направлен в нужную сторону. За эту работу М. И. Хаджинов, Н. С. Галеев и другие удостоены в 1963 г. Ленинской премии.

Генетика цитоплазматической мужской стерильности и генетика восстановителей плодовитости, использованные вначале у кукурузы, теперь накладывают глубокий отпечаток на селекцию многих культур. Дело в том, что осуществить межлинейную гибридизацию у многих культур очень трудно в силу их биологии цветения. Теперь же, когда процесс гибридизации осуществляется автоматически, открылась широкая дорога для использования генетически регулируемого гетерозиса у всех основных сельскохозяйственных культур. Этот способ новой гибридизации приводит к резкому увеличению урожайности культур. Гибриды кукурузы увеличивают урожайность на 25—35%, у лука до 40% и т. д. В среднем можно считать, что межлинейная гибридизация увеличивает урожайность сорта на 25—30%. Линейные гибриды получили производственное распространение у кукурузы, сорго, лука, томатов, огурцов, сахарной и кормовой свеклы, проса, перца, риса, ржи, моркови, тыквы, клеверины, гречихи, подсолнечника и у других культур.

Использование методов генетически регулируемого гетерозиса обеспечивает качественный скачок в урожайности культур. Недаром гибридная кукуруза завоевала весь мир. Сейчас тот же путь проделывают овощные культуры. В Японии из 33 сортов капусты 26 сортов — гетерозисные гибриды, из 33 сортов огурцов — 32 сорта гибриды, все 12 сортов репчатого лука — гибриды. В Болгарии 70% площади под томатами и 100% площади под томатами на экспорт заняты гибридными сортами и т. д.

Перед серьезным качественным скачком повышения урожайности сортов сейчас стоит главная продовольственная культура мира — пшеница. После долгих поисков для пшеницы обнаружена система мужской цитоплазматической стерильности и система генов-восстановителей. У некоторых первых гетерозисных гибридов пшеницы урожай в сравнении с исходным сортом оказался по-



Скрещивание улиток с однотонной и полосатой раковиной. В первом поколении ( $F_1$ ) доминирует однотонность. Во втором поколении имеет место расщепление на 3 однотонные и 1 полосатую. Среди однотонных  $\frac{1}{3}$  гомозиготы — от них получается чистое однотонное потомство;  $\frac{2}{3}$  гетерозиготы — они дают в третьем поколении расщепление в составе 3 однотонных и 1 полосатой. Все полосатые рецессивные гомозиготы дают чисто полосатое потомство

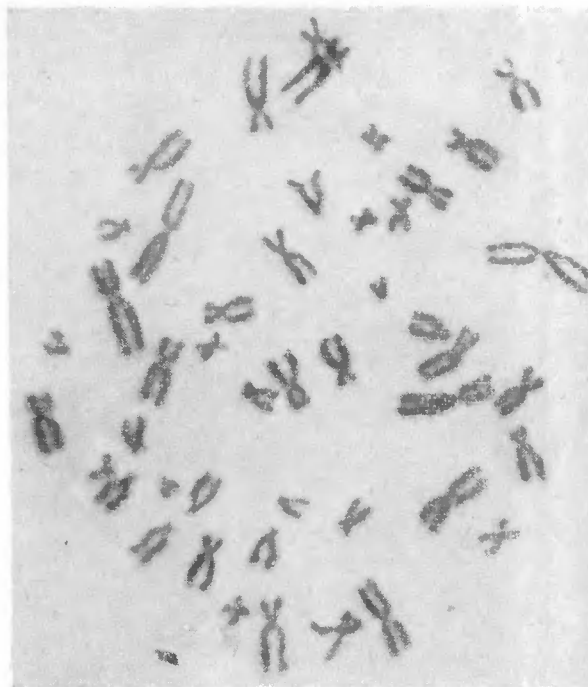
вышенным на 48%. Дело идет о регулярном получении 70—100 центнеров зерна с гектара. Считается, что создание возможности перевода используемых сортов пшеницы на промышленные формы гетерозисных гибридов — это самое крупное событие в селекции пшеницы нашего века.

Обратимся к методу экспериментальной полиплоидии. Этот метод также позволяет в ряде случаев радикально повышать урожайность сортов растений. Явление полиплоидности связано с кратным увеличением числа хромосом в клетке. Оказалось, что природа использовала мутации полиплоидии при эволюции растений. Многие культурные растения также оказались полиплоидами, среди них пшеница, картофель, хлопчатник, плодовые и многие другие — все это естественно возникшие и затем использованные человеком полиплоиды, природа которых была вскрыта лишь в последнее время.

Сейчас разработаны методы безотказного получения полиплоидов у любого вида растений при обработке клеток растений алкалоидом колхицином. Для более чем 500 видов растений в лабораториях генетики получены экспериментальные полиплоиды.

Пока наибольший производственный успех выпал на долю триплоидных сортов сахарной свеклы. Селекция сахарной свеклы в последнее время испытывала серьезные затруднения. Триплоидные сорта резким скачком вышли на передовые позиции в селекции этой культуры. Они повышают выход сахара с гектара на 15—20% — скачок немалый при старых методах селекции, где каждый шаг оплачивался ценой длительных и трудоемких работ. В СССР работы, давшие первые производственные сорта триплоидной сахарной свеклы, начались в 1957 г. в Институте цитологии и генетики СО АН СССР. В 1964 г. для Кубани был районирован первый триплоид — Кубанский полигибрид 9. Уже в 1966 г. внедрение лишь одного этого сорта даст 100 000 т добавочного сахара.

Экспериментальная полиплоидия решила ранее, казалось, непреодолимую загадку полной стерильности гибридов, получаемых при скрещивании ряда далеких видов растений. Еще в 1927 г. Г. Д. Карпеченко в классических опытах показал, что при удвоении хромосом и благодаря восстановлению их парности у таких стерильных гибридов восстанавливается нормальная плодовитость. М. Ф. Терновский в наши дни блестяще вклю-

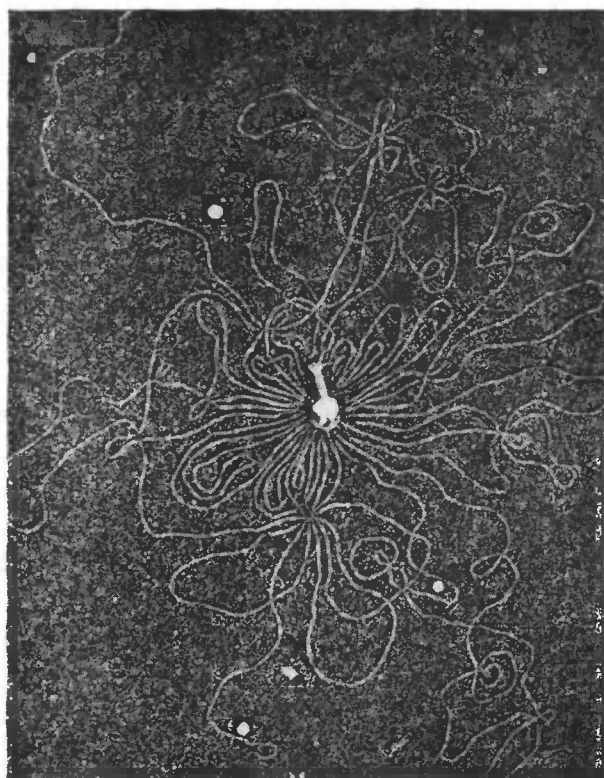


46 хромосом человека

чил принцип Карпеченко в селекционный процесс создания сортов табака. Сорта М. Ф. Терновского — лучшие в СССР, они занимают 85% площадей под этой культурой и перешагнули границы нашей страны.

Долгое время ценное качество устойчивости к болезням, свойственное диким видам картофеля, не удавалось передать культурным сортам. Н. А. Лебедева удвоила число хромосом у таких диких видов и создала этим условия для их гибридизации с культурными сортами. Два новых сорта Н. А. Лебедевой, получившие от дикарей их высокую устойчивость к возбудителям болезней и имеющие все достоинства культурных сортов, проходят в настоящее время государственное сортоиспытание.

Метод вызывания мутаций при помощи воздействия радиации или под действием химических мутагенов также глубоко интенсифицирует все процессы селекционной работы. Эти мутагенные факторы создают обширный, новый исходный материал для селекции. В качестве примера укажем на работу с хлореллой, одноклеточной зеленой водорослью, проводимую в Лаборатории радиационной генетики Института биофизики АН СССР под руководством Б. Н. Сидорова и Н. Н. Со-



Макромолекула ДНК из головки бактериофага Т2, освобожденной при осмотическом шоке. В центре видна белковая оболочка бактериофага. Электронная фотография при увеличении в 80 000 раз

колава. Первоначально, в исходном материале, встречалось всего лишь около 0,3% различных естественных мутаций. Под воздействием же радиации и химических агентов число форм с наследственными изменениями возросло до 50%. Вполне понятно, что на базе этого огромного разнообразия мутаций возможно осуществлять быструю и совершенную селекцию нужных форм.

Все мировое промышленное производство антибиотиков основано на радиационных и химических мутантах, селекцией которых получены формы, выделяющие в питательную среду в сотни и даже в тысячи раз больше антибиотиков, чем выделяли исходные формы.

Увеличение продукции животноводства в сильнейшей мере зависит от добавок в корм витаминов и аминокислот. В Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова, в Лаборатории С. И. Алиханяна, выведен штамм бактерий, выделяющий в среду в 300 раз больше лизина по сравнению с исходным. Такой

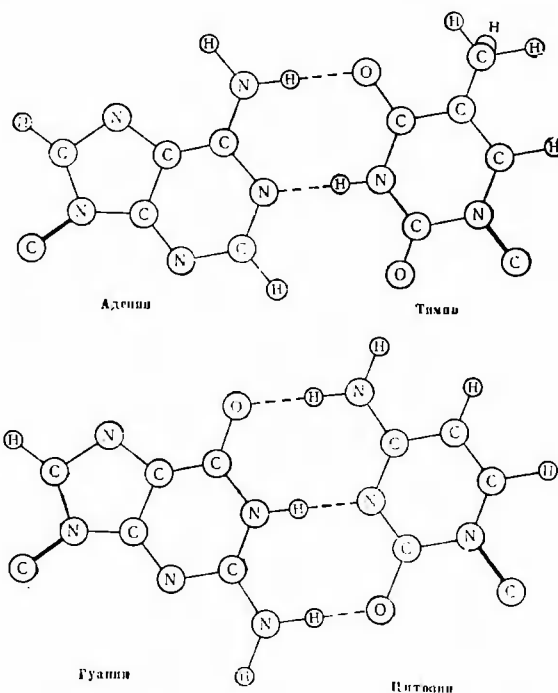
успех селекции означает, что вместо 300 заводов мы можем построить один завод по микробиологическому синтезу лизина.

Решение такой важной задачи, как получение белков из углеводорода нефти при помощи микроорганизмов, также становится возможным благодаря использованию радиационной и химической генетики и селекции. Вообще применение новых методов селекции в бактериологии весьма эффективно.

Путем радиационной и химической селекции В. В. Хвостовой, П. К. Шкварниковым, И. А. Рапопортом и другими получены перспективные формы пшеницы, устойчивые против заболеваний, неполегающие, с повышенным количеством белка, а также урожайные формы картофеля и некоторых других культур.

После возобновления работ по радиационной и химической селекции в нашей стране прошло всего шесть лет и уже около десяти радиационных сортов разных культур переданы на государственное сортоиспытание. За рубежом на рынок выброшены семена 30 радиационных сортов растений.

Под воздействием радиации и химических мутагенов мутации возникают в любом виде



Пары оснований аденин-тимин и цитозин-гуанин, которые, входя в состав ДНК, определяют специфическую генетическую информацию организмов

растений, животных, микроорганизмов и вирусов. Это позволяет использовать искусственно получаемые мутации у бактерий, низших грибов, вирусов и у растений. Методически более сложна мутагенная селекция у животных, однако уже получены замечательные результаты в селекции тутового шелкопряда и в ближайшее время должны быть получены новые формы у пчелы и у кур. Вместе с тем, когда мы встречаемся с бесконтрольным действием радиации и химических мутагенов на клетки человека и на организмы диких видов нашей фауны и флоры, перед нами встают новые серьезные проблемы.

### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Когда говорят о последствиях атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, об опасности атомных и ядерных испытаний, о последствиях повышения естественного уровня проникающей радиации вообще, обычно имеют в виду их влияние на человека и на его последующие поколения. Однако вопрос следует ставить шире. Все виды животных, растений, микроорганизмов, которые окружают нас на Земле, также начинают испытывать эффект повышенного фона радиации. Повышение фона радиации, накопление в атмосфере и в природных водах активных химических веществ, связанное с быстрым развитием химизации промышленного производства и сельского хозяйства, эксплуатация лесов, гидростроительство, индустриализация целых районов и многое другое, — все это приводит к тому, что эволюция жизни на Земле становится зависимой от деятельности человека. Вместе с тем эта эволюция до сих пор идет стихийно. Она испытывает последствия деятельности человека и в результате приходится заботиться о возобновлении и повышении продуктивности лесов, о создании новых перестилищ для проходных рыб, охранять морских зверей, акклиматизировать и расселять дикие виды и т. д. В некоторых случаях новые условия провоцируют появление форм, вредных для человека. Возникают, например, новые формы вирусов, вызывающие заболевания человека, поражающие растения и животных. В этих случаях мир, окружающий нас, как бы защищается от деятельности человека и наносит этой деятельности удары. Необходимо преобразовать эволюцию жизни на Земле, сделать ее контролируемым процессом. Это — грандиозная задача, которая только сейчас



Н. И. Вавилов

в полном объеме стала перед человечеством.

Все мы чувствуем ответственность не только за здоровье наших современников, но и за судьбы будущих поколений. Мы должны приложить все силы к тому, чтобы не допустить возможного появления нерегулируемого фона радиации на больших пространствах нашей планеты. В противном случае наследственности человека может быть нанесен серьезный урон. И одна из важнейших задач современной генетики заключается в том, чтобы суметь бросить взгляд на будущее человечества, оценить последствия возможных повышений в уровнях радиации на Земле.

Это же относится и к широкому использованию химических веществ. Здесь стоит задача очень вдумчивого отношения к эффекту некоторых соединений. Мирное использование атомной энергии и химизация народного хозяйства имеют первостепенное значение, и нет сомнений в том, что генетике удастся разработать методы ограждения будущих поколений от возможных отрицательных последствий того, за что мы сейчас ведем такую напряженную борьбу.



Г. Д. Карпеченко

Не менее важные задачи встают и перед медициной. Известны десятки наследственных, врожденных заболеваний. Целый ряд таких заболеваний, как кровоточивость, шизофрения, сахарный диабет, некоторые пороки сердца, дальтонизм передаются по наследству. Обнаружены болезни, причина которых кроется в нарушении состава клеточного ядра — числа или структуры хромосом.

В течение последних 4-5 лет развилась целая большая новая область медицины, получившая название **цитогенетики человека**, связывающая возникновение определенных заболеваний с теми или иными отклонениями в строении хромосом. Тем самым этиология — выяснение причин заболевания — перешла на новый клеточный уровень. Такая грозная болезнь, как злокачественные новообразования, вообще развивается на клеточном уровне. Установлено, что для ряда злокачественных новообразований характерны особое строение ядра, определенное число хромосом и определенная их структура.

Вопрос о природе рака — одна из самых

важных проблем современной медицины и биологии. Решению ее, возможно, в большой мере поможет открытие того факта, что некоторым формам злокачественных опухолей соответствуют хорошо диагностируемые изменения в строении клеточных ядер.

## КОСМИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА

Очень широки возможности генетики в решении еще одной сложной задачи, которая скоро может стать весьма актуальной. Придет время, когда нога космонавта ступит на поверхность Луны, Марса и других планет. Кораблям придется летать со своей, как говорят биологи, **экологической системой**, т. е. с замкнутым миром живых существ, которые должны гарантировать сохранение земных условий внутри корабля. Там должны быть определенные формы растительных организмов, способные освобождать кабину космического корабля от углекислого газа и выделять кислород; должна быть и группа организмов, которая будет обеспечивать питание космонавтов и в какой-то мере — санитария корабля. Несмотря на огромное разнообразие жизненных форм, мы не можем сейчас рекомендовать в спутники космонавтам необходимый «набор» организмов. Встает, следовательно, задача создания в очень короткие сроки целого ряда форм, обладающих новыми свойствами. Решать эту задачу придется, в первую очередь, генетике.

В нашей стране уже ведутся некоторые работы в этой области. Одна из конкретных задач формулируется так: необходимо, чтобы одноклеточные водоросли выделяли достаточное для космонавтов количество кислорода. Это должны быть мутанты с повышенной интенсивностью фотосинтеза. Далее, новые формы зеленых водорослей должны быть устойчивы против космической радиации и хорошо переносить относительно высокие температуры. Вообще мы должны суметь создать в значительной степени новые организмы из тех, что предоставила в наше распоряжение в качестве исходного сырья природа.

Путь к решению подобных задач — это тернистый путь науки, он требует огромного упорства в проведении точных экспериментов, в разработке новых теорий. Когда нам удастся решить грандиозную проблему получения направленных мутаций, попутно будут решены многие частные задачи.

Решение этой проблемы будет новым этапом развития генетики, этапом, который по своему значению для всех биологических наук, для всей нашей жизни окажется самым главным.

В наши дни создание новых форм живых организмов происходит в результате длительного отбора, интенсивной селекционной работы. Хотя использование радиационных и химических мутагенов резко интенсифицирует процессы преобразования наследственности, однако нужно сделать новый качественный скачок, нужно научиться получать направленные мутации, т. е. новые организмы с заданными наследственными признаками.

Решение этой сложнейшей проблемы требует совместной работы генетиков, селекционеров, физиков, химиков, использования в генетической работе идей кибернетики.

И только решив эту задачу, мы приобретем власть над органической природой.

Некоторые элементы решения этой задачи уже отмечаются в недавних работах по молекулярной генетике микроорганизмов, бактерий и фагов. Но это, конечно, лишь начало пути, конец которого еще далек. Среди высших растений примером приближения к получению направленных мутаций могут служить искусственные полиплоиды культурных растений.

\* \* \*

Из сказанного видно, что уже в наши дни генетические исследования приобрели очень большое практическое значение и представляют значительный теоретический интерес: Будущее, открывающееся перед генетикой, сулит человечеству неисчислимые блага.

УДК 575



Н. А. Ратнер, Г. А. Глезер

#### СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БОЛЕЗНЯХ ПОЧЕК

Изд-во «Знание», 1965, 32 стр., ц. 6 коп.

Брошюра дает представление о структуре и функции почек, основных заболеваниях, новейших методах диагностики, предупреждения болезней и их лечения, о роли гормонов в регуляции работы почек. В главе, посвященной отдельным формам заболевания почек, авторы знакомят читателей с особенностями аллергического состояния, лежащего в основе многих поражений. Большой интерес представляют урологические (хирургические) заболевания почек, которые могут проявляться лишь в форме гипертонии, без патологических изменений в моче и тем труднее определяемы. Важна глава, посвященная предупреждению и лечению почечной патологии. В ней широко освещаются вопросы профилактики и лечения заболевания почек. Подчеркивается значение питания, закаливания организма. Особое внимание в книге уделено лечению гипертонии, сопровождающей почечную патологию. В борь-

бе с почечной недостаточностью помогает аппарат «искусственная почка». Перспектива пересадки больному почки здорового человека требует больших предварительных работ по преодолению «барьера» биологической несовместимости.

А. А. Жукова

Кандидат медицинских наук  
Москва

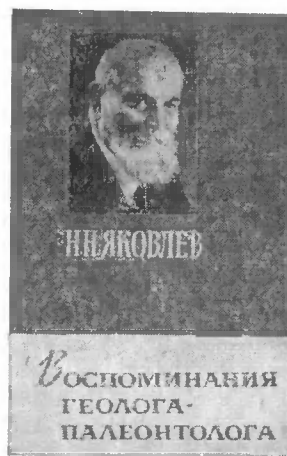
Н. Н. Яковлев

#### ВОСПОМИНАНИЯ ГЕОЛОГА-ПАЛЕОНТОЛОГА

Изд-во «Наука», 1965, 86 стр., ц. 30 коп.

Автор книги — выдающийся советский палеонтолог, чьи работы по геологии и палеонтологии широко известны не только в нашей стране, но и за границей.

Ученый рассказывает о своем детстве, учении в Казанском реальном училище, а также о более поздних годах, полевых исследованиях, научной и педагогической работе. Немало времени уделял он популяризации науки: печатал статьи в журналах (в частности, в журнале «Природа»), издавал популярные очерки по истории изучения Земли, географических



открытий и др. Много популярных лекций прочел он в вечерних школах для учителей и школьников.

Интересны воспоминания автора о поездках на Красное море в 1912 г. и о более поздних его зарубежных командировках. Книга заканчивается статьей В. П. Нехорошего, в которой рассказывается о Н. Н. Яковлеве как о замечательном педагоге, воспитавшем не одно поколение палеонтологов.

# УЛЬТРАЗВУК В МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

И. Е. Эльпнер

Доктор биологических наук

*Изучение физических явлений, возникающих при распространении в жидкости ультразвуковых колебаний большой интенсивности, привело к интересным исследованиям в области биофизики и биохимии. Центральное место здесь принадлежит изучению явлений, связанных с кавитацией.*

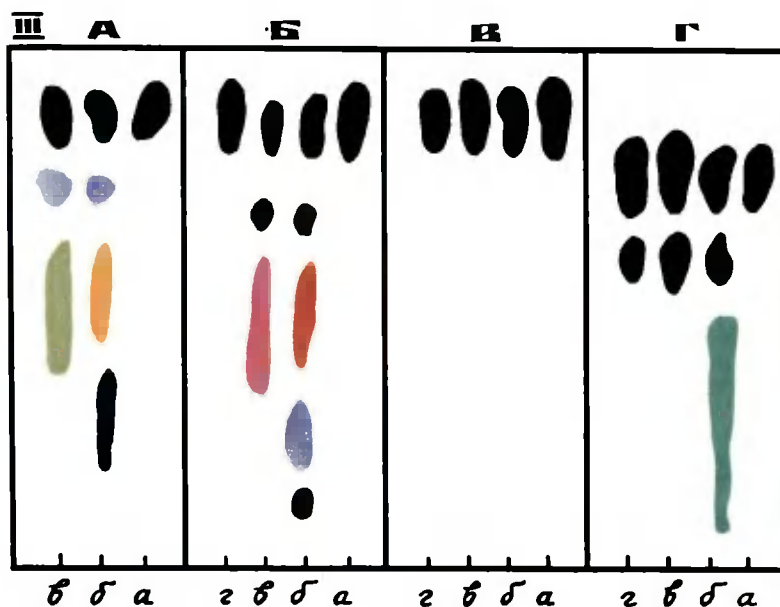
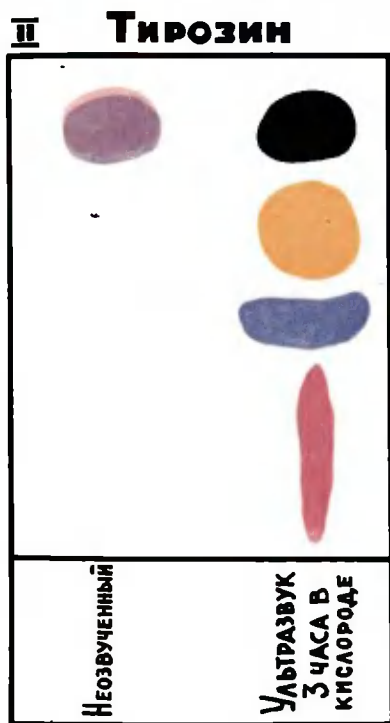
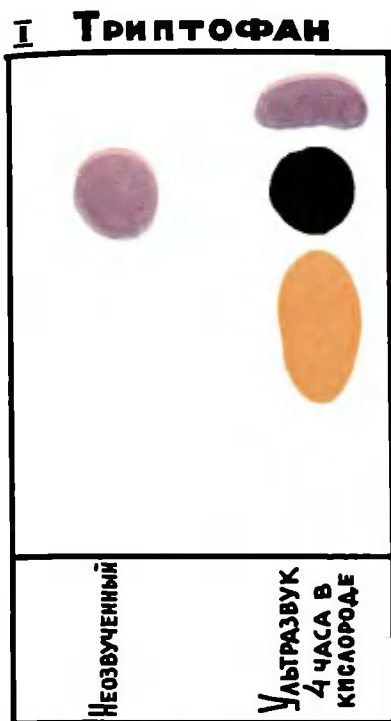
## КАВИТАЦИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Распространение ультразвуковых волн осуществляется путем периодического сжатия и разрежения среды. Если интенсивность акустических волн достаточно велика, то в местах разрежения происходит разрыв жидкости с образованием полости, которая заполняется парами окружающей жидкости и растворенными в ней газами. Под влиянием наступающего сжатия пузырек быстро захлопывается. Это явление известно под названием к а в и т а ц и и.

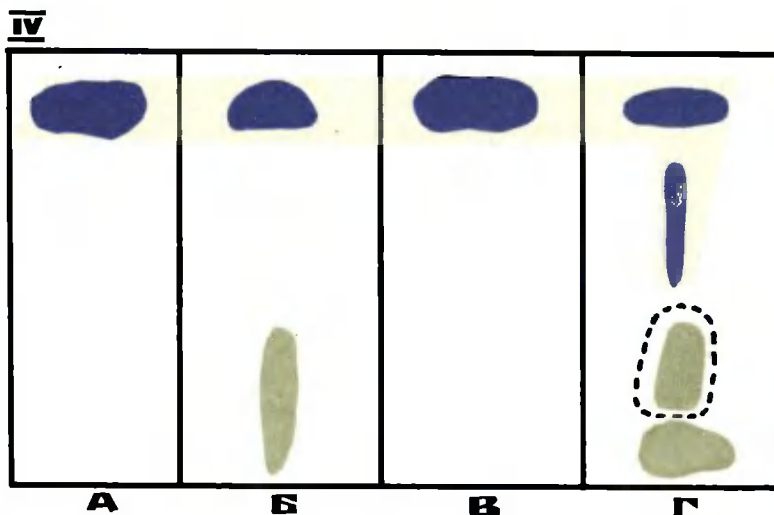
Наиболее легко кавитация происходит на границе жидкость — твердое тело или на поверхности плохо смачиваемых твердых частиц, взвешенных в озвучиваемой среде. Сравнительно легко она возникает и в присутствии мелких пузырьков газа, значительно снижающих прочность жидкости. По представлениям ряда исследователей, в акустическом поле в фазе разрежения, при определенных условиях температуры и вязкости озвучиваемой жидкости, микроскопический зародышевый газовый пузырек растягивается настолько, что его объем в несколько тысяч раз превышает исходный. Затем, в фазе сжатия, выросший пузырек с большой быстротой захлопывается до первоначального объема.

Согласно вычислениям, при спадении кавитационного пузырька в нем возникают температуры порядка тысячи градусов, а давления достигают миллиона атмосфер. Продолжительность жизни кавитационных пузырьков крайне мала: они возникают и разрушаются в течение одного акустического колебания. Так, например, при частоте ультразвука  $10^6$  гц пузырек будет жить всего одну миллионную долю секунды. Однако и за этот ничтожный срок молекулы паров или газов, заполняющих кавитационные пузырьки, успевают подвергнуться диссоциации или ионизации.

Таким образом, в жидкости (преимущественно в воде), облучаемой ультразвуковыми волнами большой интенсивности, создаются исключительные условия, трудно воспроизводимые иными способами (рис. 1). Каждый из бесчисленных кавитационных пузырьков в силу этого превращается в своеобразный генератор диссоциированных и ионизированных частиц, обладающих весьма высокой химической активностью. Внутри кавитационных пузырьков распадаются на отдельные атомы или ионы молекулы кислорода, водорода, азота, а молекулы воды расщепляются на валентно-ненасыщенные радикалы гидроксила и атомарный водород, отличающиеся большой реакционной способностью ( $H_2O \rightarrow$



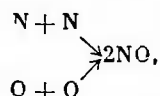
## ФЛУОРЕСЦИРУЮЩИЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ПЯТНА В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ СВЕТЕ



I и II. Хроматографические пятна озвученных и неозвученных триптофана и тирозина (ароматические аминокислоты). III. Хроматограммы растворов пиримидиновых и пуриновых оснований, проявленные в диапазоне ультрафиолетовых лучей. А — раствор цитозина: а — до озвучивания, б — озвучивание в присутствии аргона, в — озвучивание в присутствии кислорода. Б — раствор урацила: а — до озвучивания, б — озвучивание в присутствии аргона, в — кислорода, г — водорода. В — раствор тимина: а — до озвучивания, б — озвучивание в присутствии аргона, в — кислорода, г — водорода. Г — раствор аденина: а — до озвучивания, б — озвучивание в присутствии аргона, в — кислорода и г водорода. IV. Хроматографические пятна озвученного кофеина. А — неозвученный кофеин. Б — кофеин озвученный в присутствии водорода. В — в присутствии аргона. Г — в присутствии кислорода (см. пояснения в тексте)

$\rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ). Одни активированные частицы, образующиеся в кавитационной полости, обладают чрезвычайно малой продолжительностью жизни ( $10^{-7}$ — $10^{-8}$  сек), а другие сохраняют это состояние более долго ( $10^{-2}$ — $10^{-3}$  сек.). Этим объясняется, что одни активированные частицы взаимодействуют с теми или иными частицами непосредственно в кавитационной полости, а другие успевают рассеяться в окружающей жидкости, где могут вступить в химическую реакцию с растворенными в ней веществами. Характер этих реакций в большей мере зависит от природы газа, присутствующего в озвучиваемой жидкости. Это означает, что мы можем управлять ультразвуковыми химическими реакциями путем предварительного насыщения озвучиваемой жидкости тем или иным газом или определенной их смесью. Так, например, в жидкостях, насыщенных кислородом, в акустическом поле преобладают реакции окисления, в присутствии водорода — реакции восстановления, а судьба растворенного азота зависит поэтому от того, насыщен ли раствор кислородом или водородом. Все эти обстоятельства позволяют говорить о возникновении нового направления в химии и биохимии — **у л ь т р а з в у к о в о й х и м и и**.

Важно отметить, что в акустическом поле возникают такие химические реакции, для осуществления которых требуется большое количество энергии. Известно, что реакция соединения азота с кислородом протекает при весьма жестких условиях. Она осуществляется в природе, например при грозовых разрядах. Энергетические затраты связаны с расщеплением молекул азота на отдельные атомы ( $\text{N}_2 \rightarrow \text{N} + \text{N}$ ), способные вступить в реакцию с атомарным кислородом ( $\text{O}_2 \rightarrow \text{O} + \text{O}$ ):



Сложен процесс образования и другого весьма необходимого для народного хозяйства соединения, азота с водородом — аммиака. Аммиак был получен в результате длительного, в течение недель, воздействия вы-

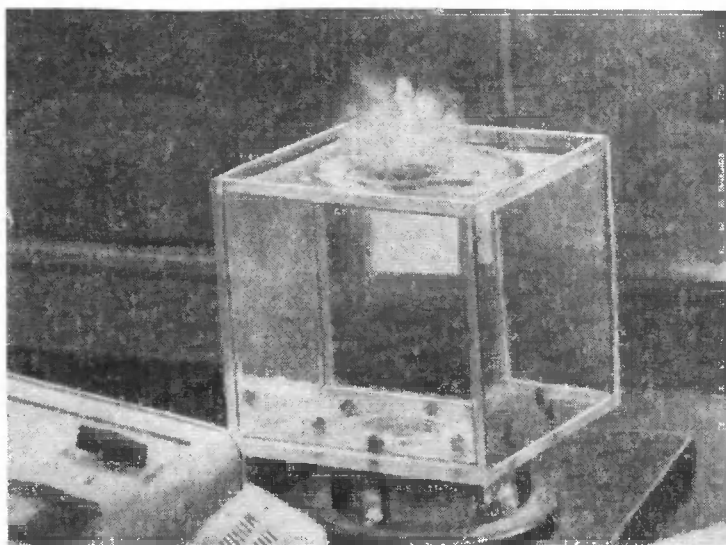
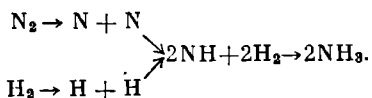


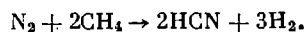
Рис. 1. Общий вид ультразвукового излучателя. На дне сосуда вмонтирована пьезо-кварцевая пластинка — излучатель ультразвуковых колебаний. На поверхности жидкости виден «ультразвуковой» фонтан

сокого давления в 100 атм при температуре в 500—600° С на смесь азота и водорода. Этот процесс удалось ускорить путем применения катализаторов. Естественно, что полной неожиданностью было открытие реакции получения аммиака, а также окислов азота под действием ультразвуковых волн при весьма мягких внешних условиях: атмосферном давлении, комнатной температуре и при отсутствии катализаторов.

Синтез аммиака в поле ультразвуковых волн был осуществлен автором этой статьи и А. В. Сокольской в 1957 г. Еще в 1950 г. нами было показано, что в воде, насыщенной газообразным водородом и молекулярным йодом, под действием ультразвуковых волн происходит восстановление йода. Процесс этот осуществляется, по-видимому, в кавитационной полости, куда вместе с газообразным водородом проникают и молекулы йода. Следовало ожидать, что атомы водорода, образующиеся в кавитационной полости, окажутся способными реагировать не только с йодом, но и с другими атомами газов, присутствующими здесь. Эксперимент подтвердил наше предположение. В результате озвучивания воды, насыщенной смесью водорода и азота, был обнаружен аммиак. Реакция его образования, вероятно, протекает по такой схеме:

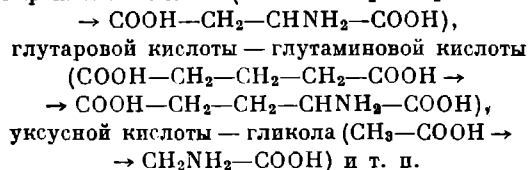


Под действием ультразвуковых волн в воде, насыщенной азотом и водородом, в присутствии окиси углерода синтезируется не только аммиак, но и синильная кислота HCN. Образование синильной кислоты мы наблюдали также при замене окиси углерода метаном. Если принять, что синтетический процесс в данном случае осуществляется в газовой среде, т. е. в кавитационном пузырьке, то взаимодействие  $\text{N}_2$  с  $\text{CH}_4$  может протекать следующим образом:



Эта реакция, обычно не возникающая ни при высоких температурах, ни под воздействием катализаторов при низких температурах, обусловлена, вероятно, появлением атомарного азота и свободного радикала  $\text{CH}_3$ , отщепляющегося в кавитационном пузырьке от молекулы метана.

Если в кавитационной полости присутствовали атомарный водород и окись углерода, в акустическом поле происходило образование и формальдегида ( $\text{HCOH}$ ). Таким образом, под действием ультразвуковых волн в водном растворе, насыщенном азотом, водородом и окисью углерода, одновременно синтезируются аммиак, синильная кислота и формальдегид. Появление же этих продуктов может обеспечить синтез важных в биохимическом отношении веществ, в том числе, как показали наши опыты, и ряда аминокислот. Последние обнаруживались в тех случаях, когда озвучиванию подвергались насыщенные азотом или смесью азота с водородом водные растворы органических кислот. Интересно, что при этом синтезируются преимущественно аминокислоты с углеродным скелетом озвучиваемой кислоты. Так, озвучивание янтарной кислоты приводит к синтезу аспаргиновой кислоты ( $\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightarrow$



Стало быть, для получения под действием ультразвуковых волн аминокислот, из которых, как известно составлены белковые молекулы (рис. 2), требуются только вода, атомарный азот и источник углерода — углеводороды (А. В. Сокольская и др.).

Присутствие кислорода в озвучиваемом растворе, как правило, задерживает синтез аминокислот. Синтез аминокислот в поле ультразвуковых волн не удавался, когда вместо атмосферного азота мы стали применять другой источник азота — хлористый аммоний, аммиак или гидроксиламин. Однако этот синтез был нами осуществлен при предварительном насыщении озвучиваемого раствора некоторыми благородными или инертными газами (аргоном, криптоном). Именно в присутствии аргона или криптона (но не кислорода) происходит отщепление от хлористого аммония, аммиака или гидроксил-амин-группы  $\text{NH}$  или  $\text{NH}_2$ , которые взаимодействуют с присутствующими в растворе органическими соединениями с образованием аминокислот. В кавитационной полости эти инертные газы, входящие в нулевую группу таблицы Менделеева, играют, по-видимому, роль своеобразного катализатора, облегчающего процесс расщепления молекул воды с образованием  $\text{OH}$ -радикалов. Этим также объясняется, что в воде, насыщенной аргоном или криптоном, под действием ультразвуковых волн в отсутствие кислорода появляется перекись водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Конечно, механизм, посредством которого инертные газы «катализируют» распад молекул воды, еще не расшифрован полностью. Расшифровка его осложняется тем, что не все инертные газы обладают этой способностью. Так, например, в присутствии гелия в озвучиваемой воде перекись водорода не образуется; не возникает в этих условиях и ряда других реакций.

Итак, возможность синтеза аммиака, альдегидов, цианистых соединений и аминокислот под воздействием ультразвуковых колебаний при указанных мягких условиях представляет значительный интерес. Напомним также, что в гипотезе о происхождении жизни, развиваемой А. И. Опариным, важное место отводится абиогенному (небиологическому) синтезу органических соединений. Предполагается, что большинство органических соединений возникло в результате химических реакций под действием ионизирующих излучений, ультрафиолетовых лучей, электрических разрядов или тепла в первозданной атмосфере Земли в анаэробных условиях. На основании экспериментальных данных, полученных в нашей лаборатории, мы считаем, что, наряду с другими физическими агентами, источником энергии для синтеза основных продуктов, послужив-

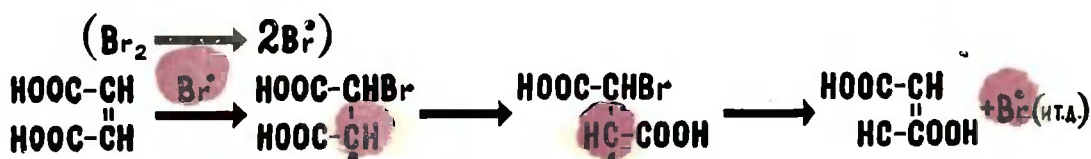


Рис. 2. Схема цепной реакции. Пояснения в тексте

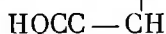
ших материалом для построения первых живых организмов, могли быть и ультразвуковые колебания. Возникать же такие колебания могут во время землетрясений, моретрясений, вблизи водопадов и т. п.

### ЗАРОЖДЕНИЕ ЦЕПНЫХ РЕАКЦИЙ

Актуальным остается вопрос об интенсификации ультразвуковых химических реакций. С этой точки зрения представляют интерес следующие наблюдения. Недавно нам удалось доказать, что в поле ультразвуковых волн могут возникать активные частицы, необходимые для зарождения цепных реакций.

Было высказано предположение, что некоторые примеси (инициаторы), в случае их диссоциации в кавитационной полости с образованием атомов или радикалов, могут обеспечить возникновение цепных реакций под действием ультразвуковых волн. Это нашло подтверждение в следующем опыте.

Известно, что реакция изомеризации малеиновой кислоты с образованием фумаровой кислоты (если подвергать реакционную смесь действию ультрафиолетовых лучей или видимого света) осуществляется в присутствии инициатора — небольшого количества брома. Реакция эта носит цепной характер. Иными словами, первичной реакцией здесь служит возникновение атомов Br, которые реагируют с молекулой *цис*-изомера (малеиновая кислота) с образованием свободного радикала:  $HOOC-CHBr^\cdot$ , превращающегося в



более устойчивый трансизомер (фумаровая кислота) (см. рис. 2).

Описываемая цепная реакция протекает и в темноте, если водный раствор малеиновой кислоты в присутствии незначительного количества молекул брома подвергнуть озвучиванию. Иницируется эта реакция в кавитационной полости, где молекулы брома расщепляются на отдельные атомы. Интересно, что в присутствии кислорода развитие цепной реакции изомеризации малеиновой кислоты в фумаровую протекает значительно медленнее, чем в присутствии инертных газов.

### УЛЬТРАЗВУК И БИОМАКРОМОЛЕКУЛЫ

В поле ультразвуковых волн осуществляется не только синтез органических соединений, но определенным химическим превращениям подвергаются и природные вещества, выполняющие в организме ферментативные, гормональные и другие биокаталитические функции. И в данном случае, при наличии в растворе разных газов (кислорода, водорода или аргона), различными оказываются химические превращения, вызываемые ультразвуковыми волнами, в результате чего изменяются свойства биокатализаторов. Таким образом, открылись исключительные перспективы использования ультразвуковых волн в одной из актуальнейших областей современной биофизики — в области изучения взаимосвязей между структурой и функцией биологических макромолекул. В нашем распоряжении накопилось уже много примеров, выявивших существование определенных закономерностей при действии ультразвуковых волн на белки, ферменты, нуклеиновые кислоты и другие биомacroмолекулы.

Главной особенностью ультразвуковых химических превращений биомacroмолекул является то, что они протекают в водной среде и обусловлены взаимодействием этих веществ с атомами кислорода, водорода или ОН-радикалами, образование которых поддается регулированию.

Известно, что специфичность функции белка определяется не только природой аминокислот, входящих в его состав, но и порядком их последовательного расположения в полипептидной цепи. Для ряда белков порядок распределения аминокислотных остатков уже расшифрован — это огромное достижение современной биохимии. Открылись возможности искусственного синтеза белковых частиц, обладающих биокаталитическими свойствами. Это себя оправдало в отношении ряда белковых гормонов, в частности инсулина и других гормонов пептидной природы, которые уже удалось синтезировать в лабораторных условиях. Эффективными в этой области знания могут оказаться и ультразвуковые волны.

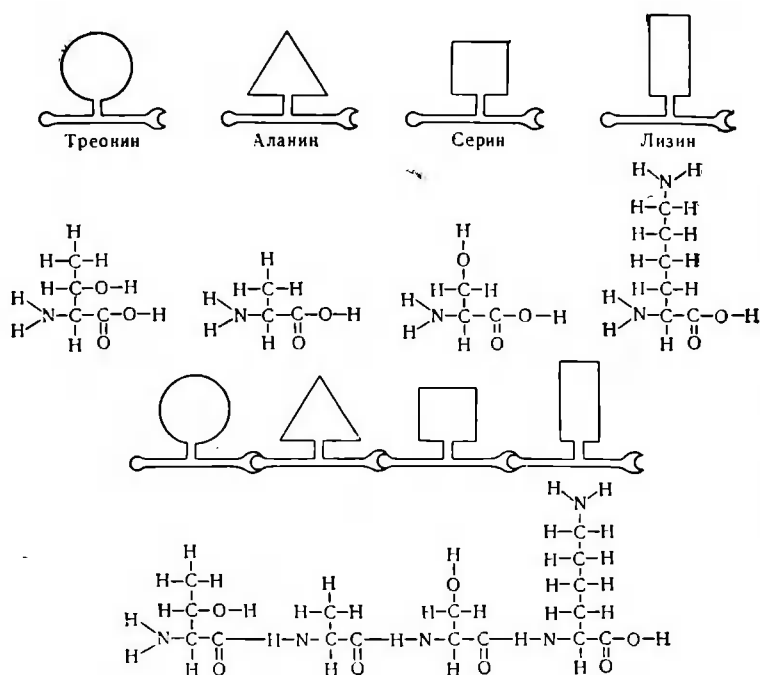
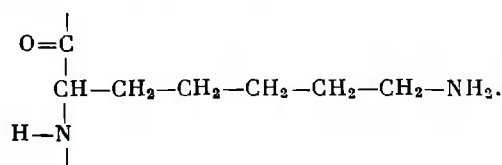


Рис. 3. Схема образования полипептидной цепи

Естественно, что отличающиеся по своему строению концевые и боковые группы (рис. 3) пептидов или белков должны отличаться и по своему химическому сродству к атомам водорода, кислорода или ОН-радикалам. Это означает, что под действием ультразвуковых волн могут быть вызваны строго направленные изменения структуры белковых частиц. Более того, в зависимости от природы газа, присутствующего во время озвучивания, полипептидная цепь будет подвергаться разрыву в различных местах. Разрыв пептидной связи мы наблюдали в результате воздействия ультразвуковыми волнами на дипептид — глицил-тирозин и на трипептид — глицил-лейцил-глицин (рис. 4). При этом освобождавшиеся аминокислоты подвергались химическим превращениям. В озвученном водном растворе обнаруживались не только отдельные аминокислоты, но в зависимости от природы газа появлялись те или иные продукты их превращения: глиоксалева, гликолева или уксусная кислота.

Ценные данные о взаимосвязи между структурой и биологической активностью дали исследования, посвященные влиянию ультразвуковых волн на пептиды и белки, обладающие специфическими

ми функциями. За последнее время подверглись исследованию пептиды, известные своим антимикробным действием, в частности грамицидин С и полимиксин М и В<sub>1</sub> — антибиотики пептидной природы. Схематически структура грамицидина изображена на рис. 5. Для структуры грамицидина С характерны полицикличность полипептидной цепи; плотная замкнутая упаковка его молекулы; D-конфигурация остатка фенилаланина, почти не встречающаяся среди природных аминокислот; присутствие аминокислоты орнитина, которая редко входит в состав животных и растительных белков и пептидов, и, наконец, присутствие в молекуле двух свободных — концевых групп (—NH<sub>2</sub>) аминогруппы орнитина:



С своеобразием структуры грамицидина С связывают его биологическую активность. Интересно, что цикличность структуры плотно упакованной и жесткой молекулы грамицидина С сохранялась даже при весьма длительном озвучивании. Однако боковые группы этого пептида подвергались химическим превращениям, если озвучивание производилось в присутствии кислорода или аргона (но не водорода). В результате такого воздействия отмечалось появление аммиака, что свидетельствовало о дезаминировании свободных концевых NH<sub>2</sub>-групп молекулы анти-

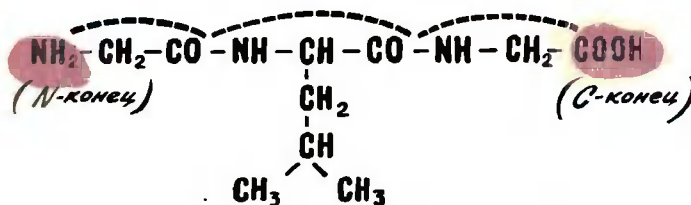


Рис. 4. Трипептид глицил-лейцил-глицин

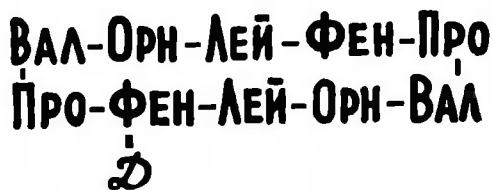


Рис. 5. Аминокислотные остатки грамицидина С и их расположение в молекуле

биотика. Хроматографические исследования показали, что при указанных условиях озвучивания от молекулы грамицидина (его боковых групп) отщепляются фрагменты, превращающиеся в органические соединения, обладающие токсическим действием по отношению к некоторым бактериям. Что касается оставшейся молекулы грамицидина С, то несмотря на химические изменения боковых ее групп, она также продолжала сохранять свойства специфического антибиотика. Вторым антибиотик — полимиксин М — оказался более чувствительным к действию ультразвуковых волн, причем обнаруживается определенная корреляция между структурой и биологической активностью этого антибиотика (Сутокская).

Актуальность этих исследований состоит в том, что они открывают новые перспективы в решении задач лабораторного синтеза специфических антибиотиков или получения новых биологических аналогов веществ с антимикробной активностью. Перспективным в области изучения взаимосвязей между структурой и функцией оказалось использование ультразвуковых волн в химии более крупных пептидов и белков. Внимание привлекают данные о влиянии этого вида энергии на **и н с у л и н** — гормон поджелудочной железы. Выбор этого белка объясняется тем, что

аминокислотный состав и порядок расположения аминокислотных остатков в его молекуле определены с большой точностью.

Молекула инсулина (рис. 6) состоит из двух цепей (А и В), соединенных мостиками (—S—S—). Слева, на N-концах, соответственно расположены аминокислотные остатки глицина и фенилаланина, а справа, на С-концах — аспарагин и аланин. Оказалось, что при озвучивании водного раствора инсулина в присутствии кислорода в В-цепи с N-конца вместо фенилаланина обнаруживается гистидин, что указывает на отщепление от этой цепи мелкого пептида, состоящего из четырех аминокислотных остатков — **ф е н и л а л а н и н а**, **в а л и н а**, **а с п а р а г и н а** и **г л у т а м и н а**. Если озвучивание раствора инсулина осуществляется в присутствии аргона, полипептидная цепь разрывается в другом месте — между аминокислотными остатками глутамина и цистина с N-конца А-цепи. Если же, наконец, озвучивание раствора происходит в присутствии водорода, то от А-цепи с С-конца отрывается аспарагин. При этом озвученный в присутствии кислорода инсулин теряет свою специфическую гормональную активность — понижать содержание сахара в крови, но приобретает другое биологическое свойство. В озвученном растворе инсулина был обнаружен пептид, который вызывал не снижение уровня сахара в крови, а наоборот, его повышение. Пептиды же, оторванные от молекулы инсулина в результате его озвучивания в присутствии аргона или водорода, таким действием не обладали. Указания на возможность разрыва пептидной связи в строго локализованных местах в зависимости от присутствия того или иного газа в озвучиваемом белковом растворе были получены при исследовании действия ультразвука и на адренокортикотропный гормон

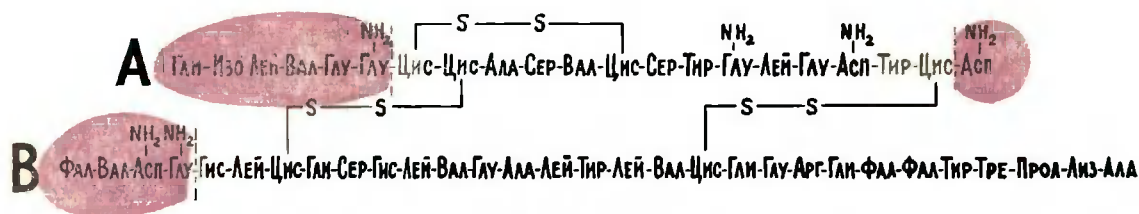


Рис. 6. Расположение аминокислотных остатков в молекуле инсулина. Пояснения в тексте

(АКТГ) (рис. 7). При определенных условиях озвучивания АКТГ, подвергаясь соответственным химическим превращениям, теряет свою гормональную активность.

Таким образом, распад макромолекул, обладающих определенной биокаталитической функцией, сопровождается появлением отдельных фрагментов с новыми биологическими свойствами, возможно, несколько видоизмененных в процессе отщепления.

Своеобразным физико-химическим превращениям подвергаются в поле ультразвуковых волн пуриновые и пиримидиновые основания и их производные, входящие в состав нуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Эти изменения обнаруживались методом хроматографии на бумаге. Озвученные азотистые основания давали серию хроматографических пятен, которые ярко светились под действием ультрафиолетовых лучей. Число пятен и характер их свечения зависели не только от строения основания, но и от природы газа, присутствующего во время озвучивания. Ярко светящиеся пятна были окрашены в различные цвета — синий, ярко-желтый, голубовато-зеленый, белый с желтым оттенком и т. п. Цветная фотография не смогла отобразить столь богатую гамму цветов ярко светящихся пятен; безуспешны были и попытки художника воспроизвести наблюдаемое сочетание цветов и своеобразную картину свечения. Пришлось ограничиться приведением лишь весьма приближенной схемы цветов хроматографических пятен азотистых оснований, озвученных в присутствии разных газов (кислорода, аргона и водорода) (см. вклейку).

Исключительный интерес представляют физико-химические изменения цитозина, вызванные действием ультразвуковых волн. Оказалось, что, в отличие от других исследованных азотистых оснований, цитозин в присутствии аргона превращается непосредственно в поле ультразвуковых волн в соединение, обладающее яркой зелено-желтой флуоресценцией в видимом свете. В то же время раствор цитозина оставался в видимом свете

бесцветным, если его озвучивали в присутствии кислорода, водорода или гелия. По-видимому, при озвучивании цитозина в присутствии аргона образуются производные гетероциклического соединения, которые в данном случае приобретают способность (в зависимости от рН-среды) давать зелено-желтое свечение в видимом свете.

Возникающие производные азотистых оснований могут обладать иным биологическим действием, чем исходные пуриновые и пиримидиновые соединения. В качестве примера можно привести результаты исследования влияния ультразвуковых волн на кофеин (1,3,7-триметилксантин) — производное пуриновых оснований, стимулирующий сократительную деятельность сердечной мышцы. Оказалось, что раствор кофеина, озвученный в присутствии кислорода в течение 5 час., полностью терял способность стимулировать сердечную деятельность. Вместе с тем он приобретал иную, явно противоположную, биологическую активность, выражавшуюся в необратимой остановке сердечных сокращений у лягушки.

Озвученный в присутствии кислорода водный раствор кофеина давал три хроматографических пятна, которые флуоресцировали под действием ультрафиолетовых лучей. Способностью вызывать мгновенную и необратимую остановку сердечной деятельности у лягушки обладало только то вещество, которое образовывало одно из этих пятен (см. вклейку). Учитывая характер флуоресценции этого вещества, можно считать, что оно сохранило свое гетероциклическое строение — пиримидиновое кольцо, изменились лишь боковые группы.

Отличаются по своим свойствам и образующиеся под действием ультразвуковых волн в присутствии аргона производные цитозина, обладающие способностью флуоресцировать зелено-желтым светом в видимой области светового спектра. Эти производные цитозина приобретали свойства фотодинамических красителей. Фотодинамический эффект заключается в том, что

краситель, образуя комплекс с темп или иными структурами клетки, sensibilizует ее (в присутствии кислорода) к действию видимых лучей.

Фотодинамическое действие производного цитозина,

Сер. Тир. Сер. Мет. Гли. Фен. Арг. Три. Гли. Аиз. Про. Ваа. Гли. Аиз. Аиз. Арг. Арг.—

NH<sub>2</sub>

Про. Ваа. Аиз. Ваа. Тир. Про. Ала. Гли. Глу. Асп. Асп. Глу. Ала. Сер. Глу. Ала. Фен. Про. Лей. Глу. Фен.

Рис. 7. Расположение аминокислотных остатков в молекуле адренокортикотропного гормона (АКТГ). Пояснения в тексте

флуоресцирующего в видимом свете, наблюдали при его введении в исследуемую суспензию дрожжевых клеток, освещаемую световыми лучами. Оно сопровождалось гибелью этих клеток. Таким образом, производные гетероциклических соединений, образующиеся при определенных условиях озвучивания, приобретают новые функциональные (биологические или фармакологические) свойства. Такие же закономерности выявлены и при озвучивании других органических соединений.

В поле ультразвуковых волн подвергаются химическим превращениям азотистые основания, остающиеся связанными с нуклеиновыми кислотами. Такие изменения наблюдались при длительном озвучивании водного раствора дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в присутствии кислорода. ДНК до и после озвучивания подвергали гидролизу, а освободившиеся азотистые основания определяли методом хроматографии на бумаге. В неозвученном образце ДНК обнаруживаются четыре основания — гуанин, цитозин, аденин и тимин (хроматографические пятна выявлены в ультрафиолете). Гидролизат ДНК, озвученной в присутствии кислорода в течение 4 час. обнаруживает лишь одно пятно, принадлежащее аденину. Все четыре основания сохранялись, если ДНК озвучивали в растворе, насыщенном водородом, в присутствии же аргона не только имел место частичный распад аденина, но и другие основания подвергались своеобразным химическим превращениям (рис. 8). Последние выражались в появлении веществ, флуоресцирующих голубым светом в ультрафиолете. Свободных оснований в негидролизованном препарате ДНК обнаружить не удалось. Даже при весьма длительном озвучивании ни свободного фосфата, ни свободных углеводов, являющихся неотъемлемыми составными частями нуклеиновых кислот, также не обнаружено.

Важно подчеркнуть, что под действием ультразвуковых волн в присутствии водорода ДНК распадается на отдельные фраг-

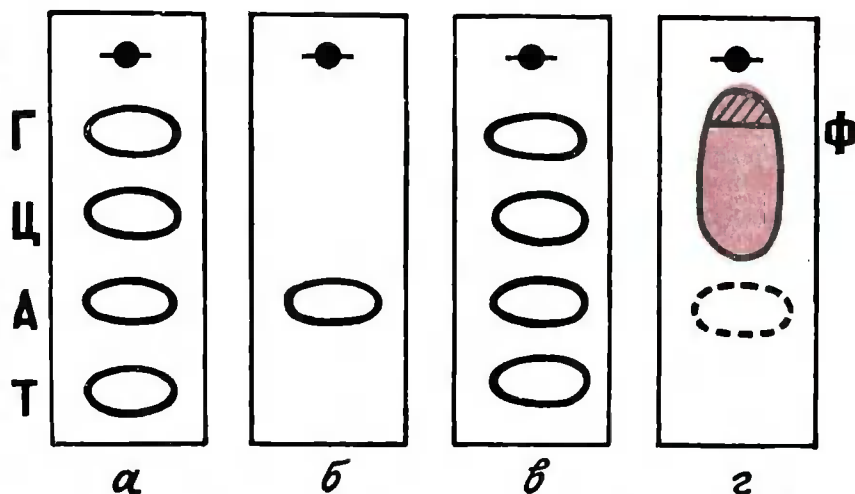


Рис. 8. Схема расположения азотистых оснований ДНК на хроматограммах: Г — гуанин, Ц — цитозин, А — аденин, Т — тимин; Ф — вещества, флуоресцирующие в ультрафиолетовых лучах: а — гидролизат контрольной ДНК, б — в — гидролизат озвученной ДНК, б — в кислороде (воздухе) 4 часа, в — в водороде 4 часа, г — в аргоне 4 часа

менты, обладающие еще сравнительно большим молекулярным весом (300 000). Эти фрагменты сохраняют нативные (природные) свойства ДНК, что значительно расширяет возможности изучения роли ДНК в молекулярной генетике.

\*\*\*

Итак, проведенные исследования выявили возможность осуществления в поле ультразвуковых волн синтеза биологически активных веществ. Оказалось возможным также вызывать строго направленные химические превращения этих веществ и образование ряда молекул с видоизмененной биологической активностью. Строго направленные физико-химические изменения обнаружены и в результате действия ультразвуковых волн на биомакромолекулы — белки и нуклеиновые кислоты. Намечаются определенные возможности получения отдельных фрагментов биомакромолекул иногда с иной биологической активностью, чем у исходного вещества. Все эти факты свидетельствуют о перспективности дальнейшего развития ультразвуковой химии. Речь идет и о получении новых химических соединений со своеобразными биологическими свойствами и об изучении при помощи ультразвука сложных структур природных и синтетических макромолекул.

УДК 577. 3

# ЗЕМЛЯ ПОД ОКЕАНОМ

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬЕФА ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА

Профессор О. К. Леонтьев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

*Первые систематические измерения глубин океана (в связи с прокладкой подводных телеграфных кабелей) начались около 100 лет тому назад. По выражению одного из главных инициаторов этих работ, американского океанографа М. Мори, мир был изумлен первыми известиями «о страшных глубинах океана». Но только последние 15—20 лет обогатили науку полноценными данными о рельефе морского дна, и человечество узнало, что рядом с освоенными континентами, под мощной толщей воды, расположен удивительный мир, со своими горами и равнинами, долинами и впадинами, где действуют свои геологические закономерности и процессы, о которых совсем недавно люди еще ничего не знали. Каждый эхолотный галс приносит нам новые сведения о деталях строения рельефа этого заново открытого подводного мира. Огромный вклад в научный подвиг его открытия сделан и делается советскими исследователями.*

### МОРСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Геоморфология — наука о рельефе Земли — до последнего времени занималась лишь изучением строения земной поверхности материков, а более 2/3 площади нашей планеты оставалась вне внимания геоморфологов. Но с 50-х годов нашего столетия в распоряжение ученых начал поступать непрерывный и все усиливающийся поток новых данных о рельефе дна Мирового океана. Огромная заслуга в этом принадлежит комплексным океанографическим исследованиям, проведенным морскими экспедициями Советского Союза, США, Великобритании, Франции и некоторых других стран в связи с выполнением программы Международного Геофизического года. В этих исследованиях применялись и применяются новейшие методы, в ходе работ произошло полное техническое перевооружение океанографических исследовательских кораблей. Разнообразная геофизическая аппаратура, новейшие орудия сбора грунта, подводное фотографирование, эхолотирование теперь прочно вошли в арсенал используемых научных средств изучения морских глубин.

В результате этих работ выяснилось, что существовавшие ранее представления об

основных элементах рельефа дна океанов нуждаются в полном пересмотре. Оказалось, что морское дно устроено не менее сложно, чем поверхность континентов. Привычное разделение морского дна на материковую отмель, материковый склон и ложе океана, основанное на отождествлении обобщенного профиля дна океана и гипсографической кривой, уже не удовлетворяет фактам.

Надо сказать, что сам принцип составления гипсографической кривой (рис. 1) не допускает такого отождествления. Площади участков дна, расположенные в определенных интервалах глубин, суммируются при составлении этой кривой независимо от того, приходится ли они на склоны котловин или на склоны возвышенностей и хребтов. В результате на гипсографической кривой не получают непосредственного отражения, такие, например, грандиозные формы земной поверхности, как срединно-океанические хребты, тогда как площади материковой отмели и материкового склона оказываются сильно завышенными.

Новые данные о рельефе дна океана требуют обобщения, чем и занимается возникшее недавно и быстро развивающееся новое научное направление — морская геоморфо-

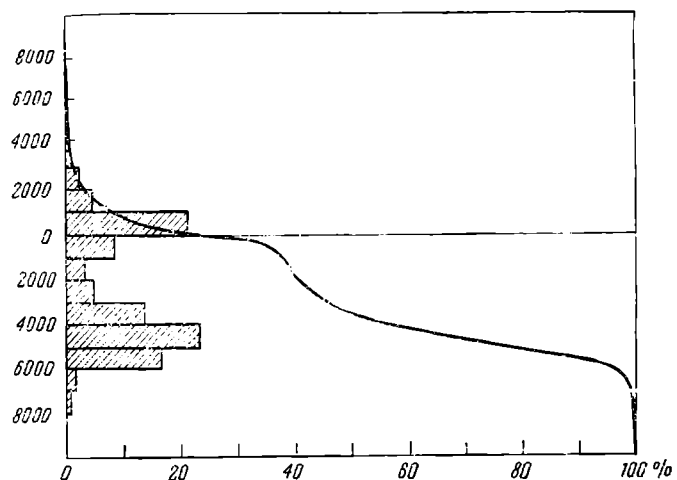


Рис. 1. Гипсографическая кривая

логия. В СССР возникновение и развитие этой новой отрасли знания неразрывно связано с именами экспедиционных кораблей «Витязь» и «Михаил Ломоносов», на которых работают сотни наших ученых.

Морская геоморфология изучает основные элементы рельефа дна Мирового океана, мелкие формы, процессы их образования, историю развития подводного рельефа в целом. Среди основных элементов рельефа различают подводную окраину материков, переходную зону, ложе океана и срединно-океанические хребты. Это хорошо обосновывается не только внешним строением рельефа, но и геологическими и геофизическими различиями.

#### ПОДВОДНАЯ ОКРАИНА МАТЕРИКОВ И ПЕРЕХОДНАЯ ЗОНА

Подводная окраина материков (рис. 2 и 3) состоит из равнин шельфа, материкового склона и материкового подножья. В отличие от шельфа, материковый склон сильно расчленен уступами и глубокими ложбинами —

так называемыми подводными каньонами, образование которых, по-видимому, связано с трещинной тектоникой (рис. 4). Материковое подножье как форма рельефа обычно представляет собой наклонную равнину, сложенную мощной толщей рыхлых осадков, снесенных сюда с шельфа и склона. Эти составные элементы подводной окраины материков характеризуются общностью строения земной коры и геологической структуры. Название «подводная окраина материков» полностью соответствует ее главной черте строения. Это, действительно, подводное продолжение материковых гранитных платформ, с присущими им антеклизмами (поднятиями), выраженными в рельефе в виде возвышенностей, и синеклизмами (впадинами и прогибами — см. рис. 2). Гранитный слой земной коры, как показывают геофизиче-

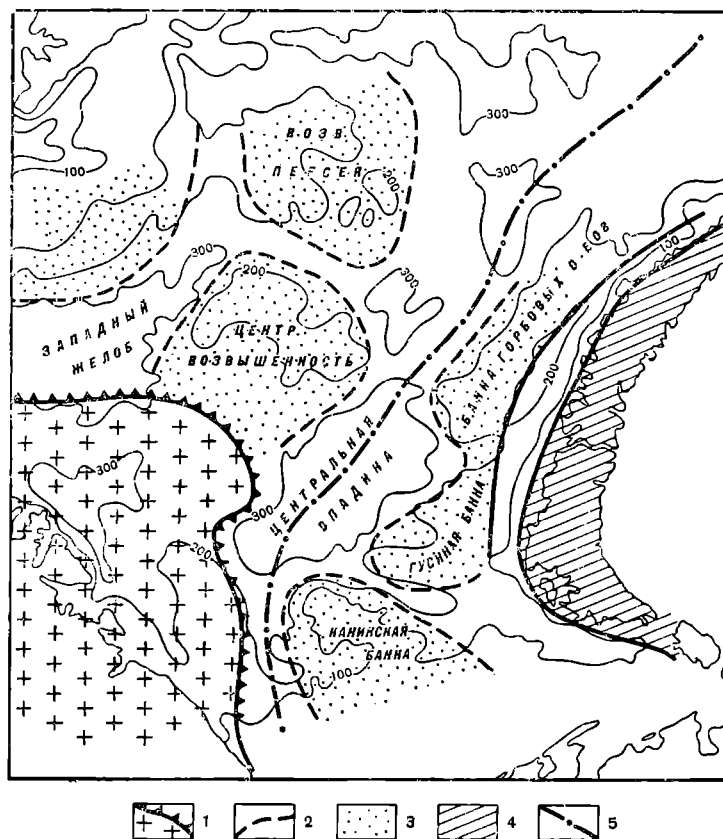


Рис. 2. Схема соотношений элементов рельефа и структуры дна Баренцева моря: протерозойская платформа (1), границы между синеклизмами и антеклизмами каледонской платформы (2), антеклизмы (3), герцинское горное сооружение (4), ось регионального прогиба по М. В. Кленовой (5)

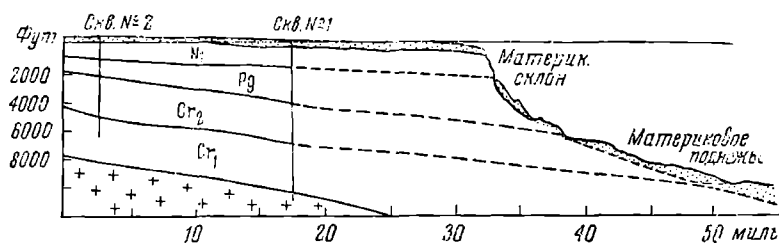


Рис. 3. Схематический геологический профиль подводной окраины материка и прибрежной равнины в районе мыса Гатерас (по Хизену, Трап и Юнгу). Точками показаны четвертичные и плиоценовые осадки, крестиками — кристаллический фундамент

ческие исследования, выклинивается на границе материкового подножья и ложа океана.

Однако далеко не всегда граница между подводной окраиной материка и ложем океана может быть проведена по внешнему краю материкового подножья. В Тихом океане, в некоторых районах Атлантики и Индийского океана переход от материка к океану более сложен.

Взгляните на профиль земной поверхности, построенный через Охотское море, Курилы и Курило-Камчатский глубоководный желоб<sup>1</sup> (рис. 5). Здесь последовательно сменяют друг друга шельф с материковым склоном и подножьем, глубокая впадина южной части Охотского моря, Курильская островная гряда, вытянутая вдоль нее депрессия, подводный хребет Витязя (отдельные его вершины образуют о-ва Малой Курильской гряды), и наконец, глубочайший ров (более 10,5 км глубины) — Курило-Камчатский желоб. И только к юго-востоку от него начинается ложе океана.

Такое же строение имеет рельеф земной поверхности в районах других окраинных морей Тихого океана, Индонезии, морей Карибского и Скотия. В отдельных случаях

<sup>1</sup> См. «Природа», 1955, № 2, стр. 79—81.

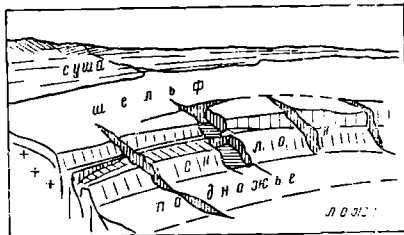


Рис. 4. Схема, иллюстрирующая тектоническую гипотезу образования подводных каньонов

картина усложняется присутствием внутренних горных поднятий в морских котловинах; иногда островная гряда бывает одна, а не две, и тогда отсутствует продольная депрессия между ними, иногда (например, у берегов Южной и Центральной Америки) вместо островной гряды вдоль желоба протягивается молодая горная цепь на континенте — тогда отсутствует морская котловина.

Но в целом в строении всех названных областей есть много общего.

Прежде всего, для них характерна максимальная расчлененность рельефа, — рядом с вершинами, поднимающимися на несколько километров над уровнем моря, здесь соседствуют глубочайшие впадины — глубоководные желоба; этим областям свойственно мозаичное распределение суши и морских пространств и такое же мозаичное строение земной коры. Крупные острова и полуострова, как Япония или Камчатка, имеют структуру коры типа материковой, а в глубоких морских котловинах геофизики обнаруживают океаническую кору. Это важнейшее геофизическое открытие, сделанное лишь каких-нибудь 10—12 лет тому назад, очень четко определяет переходный характер рассматриваемых областей, в связи с чем они получили название переходных зон. Если присоединиться к точке зрения тех ученых, которые считают океаническую кору более древней и примитивной, то про переходные зоны можно сказать — это уже не океан, но еще и не материк.

Переходные зоны отличаются интенсивным проявлением современных тектонических процессов, частыми и сильными землетрясениями, современным вулканизмом. Здесь происходит сложный и еще непознанный процесс преобразования океанической коры в материковую, и внешним проявлением его является формирование юных горных систем, воздымающихся из пучин океана.

Таким образом переходные зоны — это геосинклинальные области, т. е. области интенсивного горообразования. По-видимому, и Средиземноморский пояс горообразования также представляет собой своеобразную переходную зону, которая достигла более поздней стадии развития, чем например, «огненный пояс», окаймляющий Тихий океан.

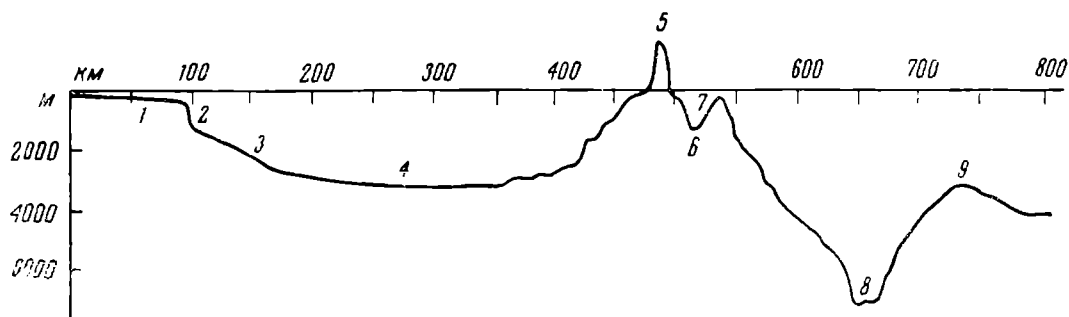


Рис. 5. Схематический профиль через Южную впадину Охотского моря и южную часть Курильской островной дуги. Шельф (1), материковый склон (2), материковое подножье (3), дно Южно-Охотской впадины (4), Курильская дуга (5), депрессия (6), подводный хребет «Витязя» (7), Курило-Камчатский глубоководный желоб (8), окраинный океанический вал (9)

Здесь еще сохранились глубокие морские котловины с океаническим типом строения земной коры (впадины Средиземного и Черного морей, Южного Каспия), но пространства новообразованной суши уже доминируют над океаническими реликтами.

### СРЕДИННЫЕ ОКЕАНИЧЕСКИЕ ХРЕБТЫ

Более половины поверхности Земли занимает дно океана, сложенное океанической земной корой. В отличие от материковой, океаническая кора не имеет гранитного слоя, а мощность ее обычно не превышает 7—8 км, только под крупнейшими подводными поднятиями достигая 12—15 км<sup>1</sup>.

Обычно эту часть океанического дна и называют ложем океана, однако появившиеся за последние годы факты дают основание различать здесь два самостоятельных крупнейших элемента — собственно ложе и срединные океанические хребты.

Срединные хребты образуют единую планетарную систему мощных горных сооружений. Своего рода основа этой системы — сплошное кольцо подводных поднятий, опоясывающее земной шар примерно в пределах 40—60° ю. ш. От этого кольца в северном направлении отходят три меридиональных ответвления: Срединно-Атлантический хребет, Центрально-Индийский и Восточно-Тихоокеанское поднятие, которое, как это доказано американским исследова-

вателем В. Менардом, представляет собой срединный хребет Тихого океана.

На поперечном профиле, через срединный хребет (рис. 6) видно, что это широкое валобразное поднятие, со сложным горным рельефом крыльевых зон и специфическим строением гребня. Гребень срединного хребта образуют два асимметрично построенных высоких хребта, обращенные крутыми склонами к лежащей между ними депрессии — рифтовой долине<sup>1</sup>.

К рифтовой зоне срединных хребтов приурочены многочисленные эпицентры землетрясений, нередко проявления современного вулканизма. Геотермические исследования

<sup>1</sup> Рифты — разновидность грабенов, т. е. впадин, образующихся при опускании участка, ограниченного разломами. Предполагается, что срединные хребты образовались в результате местного вздутия, расширения земной коры, а рифтовые долины образованы разломами, возникшими там, где динамические напряжения коры достигали максимума, а именно — на грабене вздутия.



Рис. 6. Профили через Срединно-Атлантический хребет и через озеро Танганьика (по Хизену и Юингу). Крестиком показана рифтовая долина Срединно-Атлантического хребта

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 8, стр. 3—17.

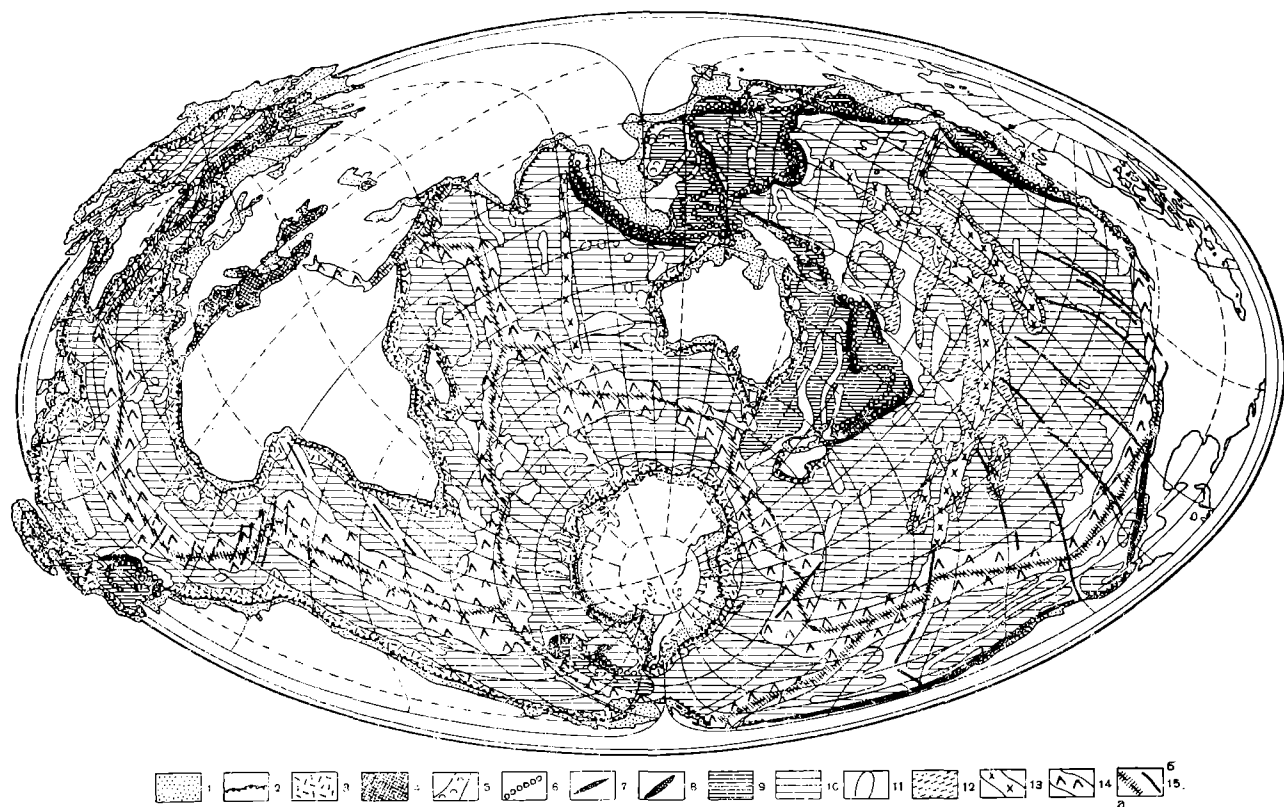


Рис. 7. Схематическая геоморфологическая карта дна Мирового океана. Шельф (1), материковый склон (2), материковое подножье (3), котловины морей переходной зоны средиземноморского типа (4), внутренние поднятия в переходной зоне (5), островные дуги (6), глубоководные желоба (7), продольные депрессии (8), котловины морей переходного тихоокеанского типа (9), днища океанических котловин или абиссальные океанические равнины (10), поднятия дна океанических котловин (11), островные шлейфы или «пороги архипелагов» (12), вулканические цепи (13), срединноокеанические хребты (14), рифтовые зоны срединных хребтов (15а), океанические разломы (15б)

показали, что здесь наблюдаются мощные потоки тепла из недр Земли к ее поверхности — такие же тепловые потоки известны и в переходных зонах. Все эти черты позволяют рассматривать срединные хребты в качестве поясов современного горообразования, т. е. своеобразных геосинклинальных зон, возникших, однако, не на стыке материков и океанов, а в пределах развития океанической коры. Надо отметить, что строение земной коры здесь несколько отличается от типичной океанической, свойственной котловинам Мирового океана — мощность ее больше, главным образом благодаря значительному развитию так называемого «второго слоя» — загадочного слоя, лежащего под толщей рыхлых осадков и отличающегося повышенными скоростями прохождения сейсмических волн, хотя и меньшими, чем те, которые характерны для гранитного слоя.

Самое большое протяжение — более 20 тыс. км — имеет Срединно-Атлантический

хребет. Начинаясь в южном полушарии, его рифтовая зона прослежена вплоть до района Шпицбергена и пересекает Исландию. Американские ученые М. Юинг и Б. Хизен предполагают, что этот хребет пересекает также и Северный Ледовитый океан, проходя южнее известного хребта Ломоносова на некотором расстоянии от материкового склона Евразии. О возможном нахождении здесь подводного хребта говорит также советский исследователь Я. Я. Гаккель. По этой концепции хребет примыкает к материковой платформе в районе шельфа моря Лаптевых и, возможно, продолжается и на суше.

Срединно-Индийский хребет, длиной около 6 тыс. км, в Аравийском море разветвляется. Одна его ветвь уходит в Аденский залив, и как предполагают американские исследователи, грабены Красного моря и Восточной Африки служат непосредственным продолжением этой ветви. Другая ветвь — хребет Меррея, примыкает к материку за-

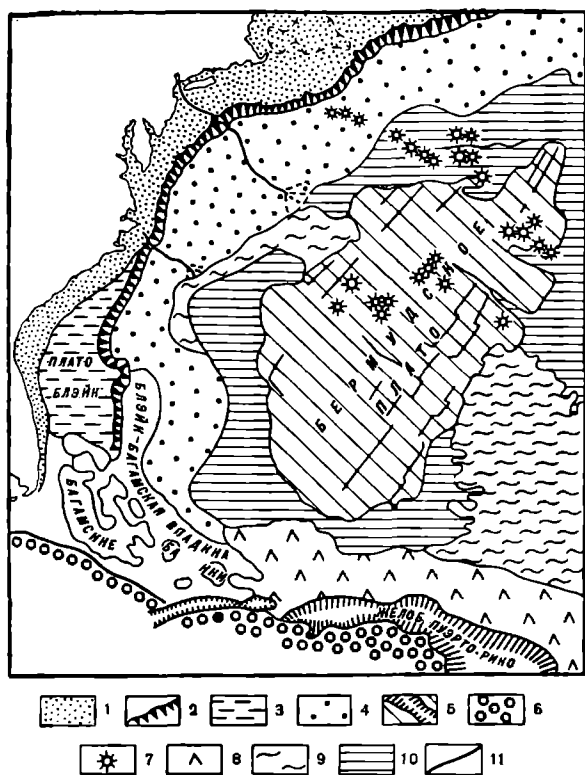


Рис. 8. Схематическая геоморфологическая карта участка дна Атлантического океана. Шельф (1), материковый склон (2), краевое плато (3), материковое подножье (4), глубоководный желоб (5), островная дуга (6), отдельные подводные горы (7), окраинный океанический вал (8), холмистая абиссальная равнина (9), плоская абиссальная равнина (10), разломы (11)

паднее устья Инда и на ее продолжении находится сейсмическая зона Кветта, соответствующая границе гор Белуджистана и Индо-Гангской депрессии.

Срединный хребт Тихого океана — Восточно-Тихоокеанское поднятие — не вполне оправдывает свое название срединного хребта; он сдвинут к востоку, чем и обусловлено его официальное наименование. Исследованиями В. Менарда и других американских ученых установлено, что этот хребт тянется до Калифорнийского залива — продолжения его рифтовой зоны — и затем прослежен по геологическим и геофизическим данным в пределах континента, включая западное побережье США и Британской Колумбии, а также о-ва Королевы Шарлотты.

Таким образом, выясняется парадоксальная особенность срединно-океанических

хребтов: каждый из них имеет свое продолжение и на материках. Из этого правила не составляет исключения и кольцо океанических поднятий Южного полушария. Можно предполагать, что одно из звеньев этого кольца, начинаясь в Тихом океане южнее о-ва Пасхи и заканчиваясь в южной Атлантике, пересекает Патагонию, и возможно именно с этим связаны молодые излияния основных лав в этом районе.

Переход срединно-океанических структур на материк свидетельствует о том, что образование срединно-океанических хребтов не связано непосредственно с процессами, протекающими в земной коре, а обусловлено действием сил, проявляющихся в мантии Земли. Заметим, что в переходной зоне связь горообразования с процессами, протекающими в мантии, установлена уже много лет назад.

В Тихом океане есть еще одна сложная система подводных хребтов (рис. 7), пересекающая океан наискось от возвышенности Обручева на севере до Восточно-Тихоокеанского поднятия в Южном полушарии. Геометрически эта система в большей мере, чем Восточно-Тихоокеанское поднятие, заслуживает определения «срединной», но по своему строению хребты этой системы отличаются от срединных. Морфологически они выражены пологими и широкими валами с насаженными на них цепями вулканических гор. По гипотезе В. Менарда, эта система хребтов, названная им «поднятием Дарвина» представляет собой крупнейшее мезозойское горное сооружение, которое, возможно, в мезозое было срединным, но в конце мела испытало грандиозные преобразования, разрушение и погружение, сопровождавшиеся величайшими в истории Земли вулканическими извержениями.

На дне океана есть много и других горных поднятий, которым в отличие от срединных хребтов и вулканических цепей, не свойственны яркие проявления современных тектонических процессов. Одни из них также имеют вид хребтов (например, открытый советскими исследователями Восточно-Индийский хребт), другие — широких поднятий, нередко четко отделяемых уступами от прилегающих абиссальных равнин. Последние называют подводными плато. Таковы, например, Северо-Западная возвышенность в Тихом океане, открытая и исследованная экспедициями «Витязя», Бермудское плато в Атлантическом океане (рис. 8).

## ШИРОТНЫЕ ОКЕАНИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ

Своеобразная черта строения поверхности ложа океана — это крупнейшие разломы, протягивающиеся на тысячи километров в широтном или субширотном направлении и выраженные в рельефе в виде уступов, узких впадин и возвышающихся над ними коротких, обычно асимметричных хребтов. Сначала такие разломы были обнаружены в Тихом океане, а затем и в Атлантическом, где с одним из них связано образование самой глубокой впадины ложа Атлантического океана — Романш (более 7,5 км глубиной).

Эти разломы пересекают срединные хребты, разбивая их на отдельные сегменты, сдвинутые один относительно другого на десятки, а то и сотни километров (рис. 9). Эти разломы моложе, чем срединные хребты, и по ним происходят горизонтальные смещения земной коры. Интересно, что они приурочены главным образом к северному полушарию и к экваториальной зоне океанов. Из ряда гипотез, пытающихся объяснить образование этих разломов, наиболее удовлетворительной кажется гипотеза, связывающая их образование с эффектом скручивания северного полушария<sup>1</sup>.

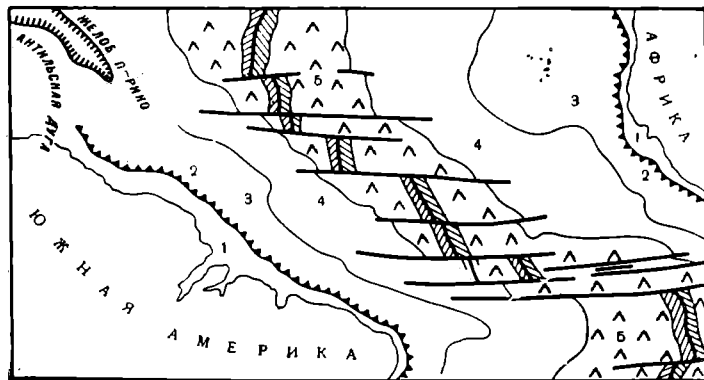


Рис. 9. Деформация Срединно-Атлантического хребта широтными разломами. Шельф (1), материковый склон (2) материковое подножие (3), абиссальные равнины (4), Срединный хребет (5). Жирные черные линии — разломы, штриховкой обозначена рифтовая зона срединного хребта

## АБИССАЛЬНЫЕ РАВНИНЫ

Огромные пространства океанического ложа занимают глубоководные или абиссальные равнины, хотя сразу же надо оговориться, что для большей части этих равнин ко-

лебания рельефа в пределах 200—1000 м далеко не редкость.

Такие холмистые равнины, — пожалуй, наиболее распространенный тип рельефа дна океана. Они располагаются по периферии горных сооружений, а также в центральных частях океанических котловин и особенно типичны для Тихого океана.

Сейсмические исследования показывают, что рельеф холмистых равнин довольно точно повторяет рельеф кровли уже упоминавшегося «второго слоя», который в океанических котловинах имеет меньшую мощность, чем под подводными поднятиями, но тем не менее имеет и здесь сплошное распространение. Если считать, что «второй слой» — только уплотненные осадочные породы, то трудно объяснить эти неровности его кровли. По-видимому, «второй слой», имея в основном осадочное происхождение, пронизан многочисленными магматическими образованиями типа щитовидных вулканических тел или лакколитов, и холмистость абиссальных равнин обусловлена тем, что эти неровности прикрыты лишь тонким слоем осадков<sup>1</sup>.

Гораздо менее распространены плоские абиссальные равнины. Они занимают не более 8% ложа океана, имеют очень пологие уклоны поверхности (порядка 0,0001—0,0005) и отличаются удивительным однообразием. Эти равнины сложены мощными толщами неуплотненных осадков, поверхностный слой которых нередко находится в разжиженном состоянии. Советские исследователи, Г. Б. Удинцев, В. Ф. Канаев и ряд других отмечают, что абиссальные равнины с плоским рельефом всегда располагаются там, где есть условия для обильного поступления осадков: ближе к материкам, часто вблизи крупных рек, впадающих в океан, или вблизи районов современного вулканизма. В Атлантическом океане они наиболее распространены, тогда как в Тихом океане — только одна такая равнина. В. Менард

указывает, что глубоководные желоба, почти сплошным рядом окаймляющие окраины Тихого океана, перехватывают массы осадков, поступающих с континентов, и это препятствует

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 1, стр. 107—110.

<sup>1</sup> См. W. Menard. «Geology of Pacific», 1964.

образованию здесь плоских абиссальных равнин. Выравненность поверхности плоских равнин обусловлена, таким образом, полным погребением первичного рельефа под мощными накоплениями рыхлых отложений.

\* \* \*

Учение о рельефе дна Мирового океана начало формироваться за последние два десятилетия. Первые научные результаты этого направления заключаются в том, что теперь стали известны общие черты строения поверхности двух третей площади нашей планеты. Сделаны только первые шаги в попытке объяснить происхождение форм и типов подводного рельефа, но почти все эти попытки еще в стадии рабочих гипотез. В еще более зачаточном состоянии находится

разработка вопросов истории формирования рельефа дна океанов. Решение всех этих загадок океана возможно лишь при тесном единстве морской геологии, геофизики и геоморфологии.

Придет время, когда человечество приступит к планомерному освоению дна океана в практических целях, и по-видимому, прежде всего — к максимальному использованию его неисчерпаемых минеральных ресурсов<sup>1</sup>. Изучение закономерностей строения и развития рельефа дна Мирового океана — необходимое условие успешного решения этой крупной проблемы.

УДК 551. 46

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 2, стр. 26.



# Л. Бобров ГЛАЗАМИ МОНЖА — БЕРТОЛЛЕ

Изд-во «Молодая Гвардия», 1964,  
320 стр., ц. 47 коп.

Перед нами небольшая, увлекательно написанная книга о химии. Вернее, о развитии и становлении химии как самостоятельной науки и о «переплетении» ее с математикой и физикой. Это и отражено в несколько неожиданном и интригующем названии: Гаспар Монж и Клод-Луи Бертолле — известные математик и химик начала XIX столетия. И тот факт, что они были друзья, как бы символизирует связь наук.

Как и всегда, при рассказе об истории открытий, о борьбе идей и мнений можно естественным образом изложить целый ряд тонкостей и показать, почему именно они оказываются важными. Попутно выясняются любопытные подробности, иногда серьезные, иногда комичные. Книжка читается легко и непринужденно, во многом этому способствует «мажорная тональность» написания. Показательны уже самые названия главок: «Наследие призрака?», «Необыкновенная связь», «Где дышит интеграл».

Той же цели служат удачно выполненные художником

А. Блохом остроумные рисунки. И двигаясь от страницы к странице, читатель как бы незаметно для себя узнает много сложных вещей. В чем суть закона соответственных состояний, что такое с химической точки зрения сплавы и смеси, как в молекулах хлорофилла происходит накопление энергии, по какому принципу работают современные химические реакторы — обо всем этом и многом другом узнает тот, кто совершит увлекательную экскурсию в мир химии и математики.

В качестве упрека автору следует сказать, что местами тон изложения становится слишком «игривым», а сравнения чересчур смелыми, но это, очевидно, те неизбежные «издержки» популярного изложения, которые в общем не умаляют достоинств хорошей и полезной книги.

Ю. Я. Гуревич

Москва

С. Ивченко

## ЦИКАВА ДЕНДРОЛОГИЯ

Видавництво «Молодь», Київ,  
1964

Книжка украинского ботаника посвящена популяризации дендрологии, науки о деревьях и кустарниках, которые со-  
 ставляют нам в жизни. Она охватывает преимущественно флору Украины. Кроме того, мы читаем ярко написанные очерки о выдающихся представителях флоры Сибири и Дальнего Востока. Освещены практические проблемы широкого использования орехов волошских, фундука, ягодных кустарников, облепихи и др. Помимо родной флоры, увлекательно описаны экзотические растения: чай, кофе, кинхона, эвкалипты, калифорнийская секвойя и китайская метасеквойя.

Н. Ф. Фененко

Жданов, Донецкая область, УССР

3\*

35



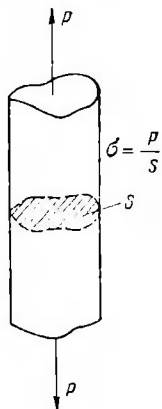
# ПРОЧНОСТЬ и ВРЕМЯ

А. И. СЛУЦКЕР

Кандидат физико-математических наук  
Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР (Ленинград)

*Когда эти два слова произносятся рядом, можно по-разному понимать о чем идет речь. То ли о том, что с течением времени совершенствуется технология и обработка материалов и изготавливаются детали все большей прочности, то ли о том, что в процессе работы данной детали на нее неизбежно действуют повреждающие факторы: коррозия, изнашивающее трение и т. д., которые снижают со временем ее прочность. Наконец, можно говорить о связи прочности и времени как двух физических величин. Рассмотрению именно такой связи и рассказу о тех интересных выводах, которые при этом получаются, и посвящена данная статья.*

Способность тела выдерживать без разрушения приложенную к нему нагрузку, т. е. прочность — это одно из основных свойств твердых тел. С развитием техники возникла необходимость во введении количественных мер, характеризующих прочность. Одной из самых распространенных ее характеристик оказался предел прочности. В простейшем случае одноосного растяжения (рис. 1) под пределом прочности понимается то механическое напряжение ( $\sigma$ ) (значение силы, отнесенное к площади поперечного сечения), превышение которого вызывает разрыв тела. Следовательно, при введении такой меры фактически принималось, что напряжение, меньшее предельного, не действует на тело, а большее — моментально его разрушает. Разрушение, таким образом, рассматривалось как явление, носящее критический характер: либо тело держит нагрузку, либо — не выдерживает.



Естественно, что давно уже появилось стремление создавать материалы, обладающие высокими значениями предела прочности.

Рис. 1. Тело, подвергнутое одноосному нагружению силой  $P$

Поскольку все эти исследования опирались на представление о разрушении, как о критическом событии (предел прочности!), то отсутствие положительных результатов требовало принципиально иного подхода, который и был осуществлен за последние годы.

Уже давно в отдельных случаях было отмечено, что если тело находится под нагрузкой даже значительно меньшей, чем предел прочности, оно все же может разрушиться, хотя и не сразу, а по истечении некоторого времени, тем большего, чем меньше нагруз-

сти. И здесь-то, наряду с известными успехами, достигнутыми «слепым» путем, стало вырисовываться, что сущность явления разрушения, т. е. тех событий, которые происходят в твердом теле при приложении к нему нагрузки, оставались фактически неизвестными. Было известно, конечно, что приложенные к телу усилия как-то воздействуют на связи между атомами или молекулами, из которых построено тело, что эти усилия каким-то образом обеспечивают «рассоединение» атомов, но конкретные детали этого явления ускользали от исследователей.

Уже давно в отдельных случаях было отмечено, что если тело находится под нагрузкой даже значительно меньшей, чем предел прочности, оно все же может разрушиться, хотя и не сразу, а по истечении некоторого времени, тем большего, чем меньше нагруз-

ка. Таким отдельным наблюдениям долго не придавали особого значения, предполагая, что за время пребывания тела под нагрузкой за счет всяких внешних факторов (типа коррозии) просто снижается предел прочности. Поэтому такие данные считали побочными, не имеющими прямого отношения к физической сущности явления разрушения.

Однако представим себе, будто твердое тело оказалось в таких условиях, что приложенная к нему нагрузка и время действуют «один на один», т. е. исключим влияние всех подозреваемых соучастников: и агрессивной среды, и загрязнений самого тела, и любых излучений, падающих на тело, и т. д. Будет ли и тогда тело разрушаться при сравнительно малых нагрузках?

С точки зрения представлений о пределе прочности, о критическом характере разрушения, тело должно было бы выдерживать нагрузку меньшую предела прочности сколь угодно долго. А что же на самом деле?

В лаборатории физики прочности нашего института под руководством чл.-корр. АН СССР С. Н. Журкова в последние годы были проведены тщательные систематические исследования связи разрушения и времени на многих веществах самого различного строения: металлы, полимеры, стекла, ионные соединения (всего около 50 материалов). Образцы перед испытанием тщательно «чистились»; опыты неоднократно проводились в высоком вакууме — словом, были приняты все меры к созданию максимально «чистых» условий. В результате для всех без исключения исследованных объектов с уверенностью наблюдалось разрушение их при нагрузках, меньших предела прочности. Время от момента приложения нагрузки до момента разрыва образца (время жизни) было тем больше, чем меньше была нагрузка. Отсюда следовал вывод, что подобная связь разрушения со временем и составляет сущность явления разрушения, что такая закономерность определяется самой природой взаимодействия твердого тела с приложенной к нему нагрузкой.

Поскольку для разрыва тела под данной нагрузкой требуется некоторое определенное время, то, следовательно, можно говорить о разрушении тела не как о критическом событии, а как о процессе, который начинает развиваться с момента начала действия нагрузки на тело и завершается его распадом на части. Таким образом, физическая реаль-

ность понятия «предел прочности» как характеристики устойчивости тела по отношению к нагрузке стала бессмысленной.

После установления самого факта связи разрушения со временем можно было приступить к выяснению конкретного характера этой связи, к выяснению физической природы разрушения тел.

## ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ВРЕМЕНИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Были сконструированы специальные установки, позволявшие проводить измерения времени жизни образцов под нагрузкой в широком интервале — от тысячной доли секунды до многих месяцев. При этом в течение всего опыта обеспечивалось постоянство температуры в нагруженном образце и механического напряжения. Опыты проводились для простейшего типа нагруженного состояния — одноосного растяжения. К концам образца, представлявшего собой удлиненное тело (цилиндр, полоска, волокно и т. п.), прикладывалась в некоторый момент времени  $t_1$  нагрузка, создававшая в образце напряжение  $\sigma$ , поддерживаемое далее постоянным. Опыт продолжался до момента, когда образец разрывался. Таким образом определялось время жизни образца:  $\tau = t_2 - t_1$ . На рис. 2 можно видеть график последовательности этих событий. Прикладывая к образцам из одного и того же материала разные напряжения, будем получать разные значения времени жизни, и таким образом можно найти зависимость  $\tau$  от  $\sigma$ .

Результаты опытов при постоянной (комнатной) температуре для трех материалов: алюминия (металл), капрона (полимер) и хлористого серебра (ионное соединение) по-

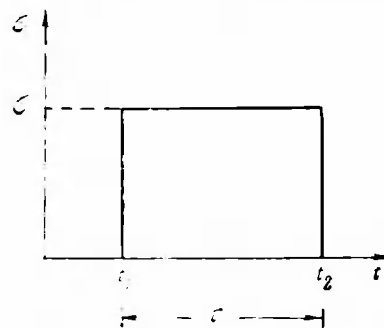


Рис. 2. График изменения механического напряжения ( $\sigma$ ) в образце:  $t_1$  — момент приложения нагрузки;  $t_2$  — момент разрыва образца;  $\tau = t_2 - t_1$  — «время жизни» образца под нагрузкой

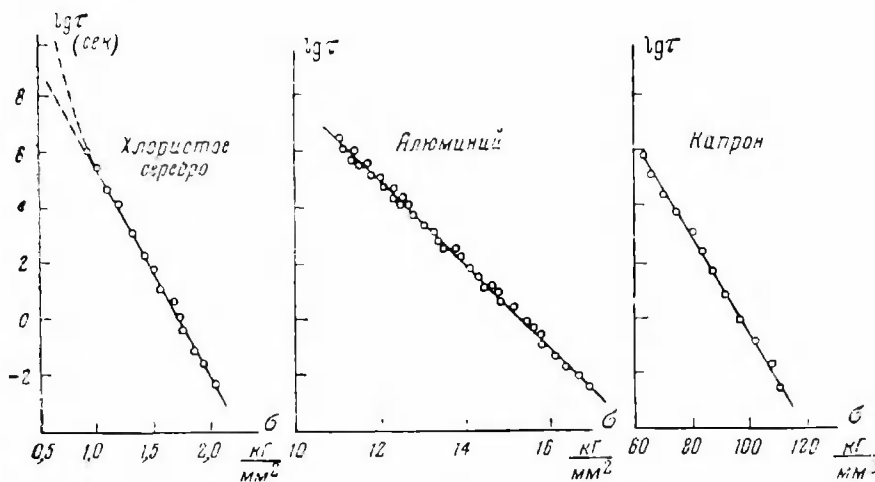


Рис. 3. Временная зависимость прочности для различных веществ при комнатной температуре

казаны на рис. 3. При этом значения времени жизни отложены в логарифмическом масштабе, так как оно меняется очень сильно. На графике видно, что прочность всех этих материалов зависит от времени и вид этой зависимости одинаков: во всех случаях — прямые линии (в использованных полулогарифмических координатах).

Такие же зависимости  $\tau$  от  $\sigma$  при постоянной температуре были получены и для всех других объектов. Отметим сразу, что по логике вещей (подтвержденной опытом) такая зависимость при приближении  $\sigma$  к нулю не сохраняется. Иначе получалось бы абсурд-

ное положение: при отсутствии нагрузки тело могло бы существовать без разрыва лишь некоторое ограниченное время. И действительно, при уменьшении напряжения до нуля зависимость  $\lg \tau$  от  $\sigma$  «уходит» вверх от прямой, асимптотически приближаясь к оси ординат. Это показано пунктирной линией на рис. 3. Однако для весьма широкого диапазона напряжений эта зависимость остается линейной, что и используется в дальнейшем для анализа физической

природы разрушения.

Посмотрим теперь, какие получатся результаты, если вести измерения времени жизни не при одинаковой температуре, как выше, а при разной. В этих опытах механические условия испытаний оставались прежними, но зависимости  $\tau$  от  $\sigma$  снимались сначала при одной температуре ( $T_1$ ), затем при другой ( $T_2$ ) и т. д.

Результаты таких измерений для двух веществ, алюминия и капрона, представлены на рис. 4 и 5. Из рисунков видно, что характер зависимости сохраняется и при температурах, отличных от комнатной, но наклон прямых закономерно уменьшается с повышением температуры. Обращает на себя внимание, что семейство прямых для данного материала образует «веер» — пучок прямых, расходящихся из одной точки — полюса. При этом во всех случаях полюс лежит при  $\tau \approx 10^{-13}$  сек ( $\lg \tau \approx -13$ ). Это обстоятельство, как будет ясно из дальнейшего, очень важно.

Таким образом, изучение временной зависимости прочности при различных температурах показало, что для всех исследованных материалов выполняется единообразная зависимость в виде веера с полюсом в области времени жизни около  $10^{-13}$  сек. Схематически такая зависимость показана на рис. 6.

#### ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ?

Прежде чем переходить к анализу этой зависимости, посмотрим, откуда же взялось представление о пределе прочности. Глядя

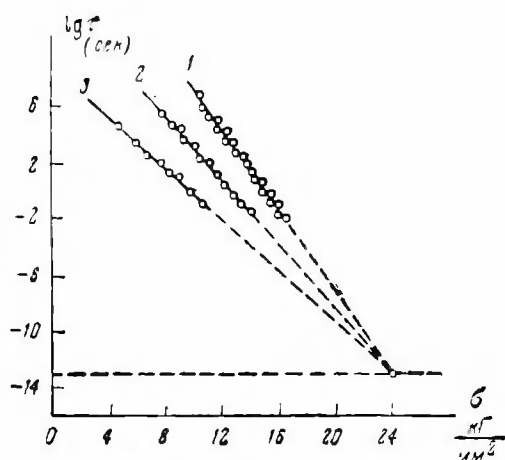


Рис. 4. Временные зависимости прочности для алюминия при разных температурах: 1 —  $+20^\circ \text{C}$ ; 2 —  $+100^\circ \text{C}$ ; 3 —  $+200^\circ \text{C}$

па рис. 6 и отмечая увеличение крутизны зависимостей  $\lg \tau$  от  $\sigma$  с понижением температуры, можно легко понять появление представления о пределе прочности, существование которого работы по временной зависимости прочности по самому своему смыслу отрицают. Действительно, при понижении температуры рассматриваемая зависимость становится столь крутой, что небольшое изменение  $\sigma$  либо уводит время жизни в область астрономических величин, либо делает его катастрофически малым, создавая впечатление мгновенного разрыва. Таким образом, оставаясь практически полезным, понятие предела прочности не имеет физического смысла и может лишь затруднить выяснение физической природы прочности.

Экспериментально полученные зависимости между напряжением ( $\sigma$ ), временем жизни ( $\tau$ ) и температурой ( $T$ ) позволяют установить количественное соотношение между этими величинами, т. е. дать аналитический вид закономерности временной зависимости прочности. Оказалось, что результаты, типа представленного на рис. 6, хорошо описываются выражением:

$$\tau = \tau_0 e^{\frac{U_0 - \gamma \sigma}{kT}}, \quad (1)$$

здесь:  $e$  — основание натуральных логарифмов;  $\tau_0$  — время жизни в «полюсе» ( $\tau_0 \approx 10^{-13}$  сек);  $k$  — постоянная Больцмана ( $k = 1,38 \cdot 10^{-16}$  эрг/град);  $U_0$  — начальный потенциальный барьер (в отсутствие нагрузки);  $\gamma$  — коэффициент, характеризующий степень снижения начального барьера приложенным напряжением.

### ПОВЕДЕНИЕ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ

Рассмотрим теперь те важные сведения о механизме разрушения твердых тел, которые заключены в выражении (1). Для этого следует вспомнить фундаментальные положения о поведении атомов или молекул в твердых телах, которые разработаны в трудах австрийского физика Людвиг Больцмана и советского физика академика Я. И. Френкеля. Согласно этим положениям атомы или молекулы, из которых построено твердое тело, находятся в положениях равновесия и колеблются около них (тепловое движение) с частотой ( $\nu_0$ ) около  $10^{13}$  колебаний в секунду. Средняя энергия таких тепловых колебаний ( $E_{\text{ср.}}$ ) пропорциональна абсолютной температуре ( $T$ ) и равна  $kT$ .

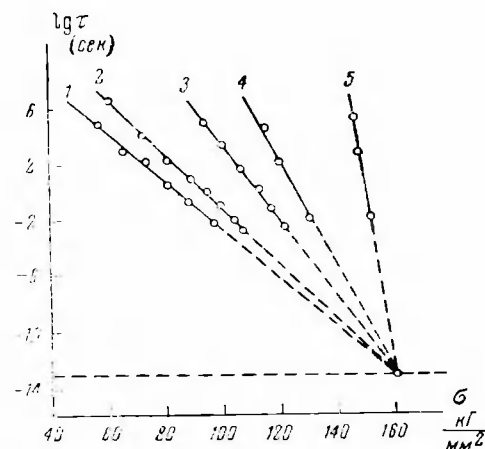


Рис. 5. Временные зависимости прочности для капрона при разных температурах:  
1 — +80° C; 2 — +20° C; 3 — -75° C;  
4 — -120° C; 5 — -180° C

За счет неизбежной неравномерности в распределении тепловой энергии по атомам тела (они «трясутся», «толкают» друг друга; «толчки» эти не все одинаковы; число атомов, «толкающих» в данный момент какой-нибудь атом, также может быть различным) на некоторых из них в отдельные моменты времени сосредоточивается энергия, большая чем средняя. Такое событие называют флуктуацией энергии. По Больцману — Френкелю, промежуток времени ( $\Delta t$ ) между двумя последовательными флуктуациями энергии некоторой величины ( $E_{\text{фл.}}$ ) выражается отношением энергии флуктуации к средней тепловой энергии (т. е.  $E_{\text{фл.}}/E_{\text{ср.}}$ ):

$$\Delta t = \frac{1}{\nu_0} e^{\frac{E_{\text{фл.}}}{kT}}.$$

Тот атом, который в силу случайного стечения обстоятельств оказался обладателем энергетической флуктуации (т. е. повышенной кинетической энергии), становится «способным на многое». Такой активиро-

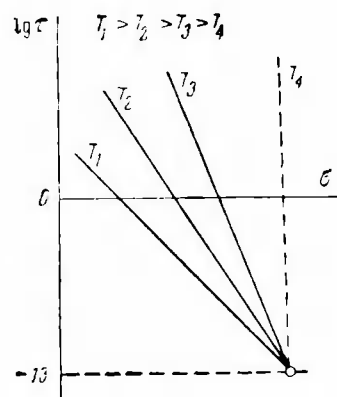


Рис. 6. Схема временных зависимостей прочности твердого тела при различных температурах

ванный атом может преодолеть связи со своими соседями и значительно изменить свое положение. Если он находится вблизи поверхности тела, то он может просто улететь — испариться. Если около него пусто место соседа, он может «перескочить» в него. В кристаллической решетке такой атом может покинуть место в узле решетки и внедриться в междузлие и т. д. Во всех случаях скорости таких процессов (они тем выше, чем меньше промежутки времени  $\Delta t$ ) регулируются температурой тела (т. е. величиной  $kT$ ) и величиной той энергии, которую необходимо атому приобрести, чтобы изменить свое состояние. Эта энергия называется потенциальным барьером, и если флуктуация мала (меньше величины барьера), то атом своего положения не изменит, а если она равна или больше барьера, то изменение состояния атома может произойти. Многие макроскопические процессы в твердых телах: испарение, диффузия, спекание тел, вязкое течение и т. п., происходят в результате последовательной совокупности отдельных атомно-молекулярных перемещений, и тогда эффективное время протекания таких процессов ( $t_{эфф.}$ ) подчиняется выражению:

$$t_{эфф.} \approx \frac{1}{\nu_0} e^{\frac{U}{kT}}, \quad (2)$$

где  $U$  — потенциальный барьер, характерный для данного процесса.

Сравним теперь выражение (2), справедливое для активационных процессов, с выражением (1), полученным при изучении временной зависимости прочности. Совершенно очевидна общность этих выражений. Таким образом, выражение (1) не просто эмпирическое соотношение, а имеет глубокий физический смысл, показывая, что процесс разрушения есть типичный активационный процесс.

#### КАК ПРОИСХОДИТ РАЗРЫВ ?

Тот факт, что величина  $\tau_0$  оказалась одинаковой для всех твердых тел и имеет величину порядка  $10^{-13}$  сек., представляется уже не случайным, а в свете теории активационных процессов — закономерным и необходимым. Что же представляет собой потенциальный барьер ( $U_0$ ), который требуется преодолеть для развития процесса разрушения тела? Величину  $U_0$  легко вычислить из экспериментальных данных временной зависимости прочности. Эти значения для

ряда исследованных материалов представлены в первом столбце табл. 1. Во втором столбце этой таблицы приведены данные об энергии связи атомов со своими соседями и

Таблица 1

Сравнение энергий активации разрушения, полученных из измерений временных зависимостей прочности, с энергиями связи атомов в твердых телах

| Вещество |                   | $U$ , ккал/моль.<br>Из измерений<br>временной<br>зависимости<br>прочности | $E$ ккал/моль.<br>Энергия связи<br>атомов по<br>калориметри-<br>ческим изме-<br>рениям |
|----------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Металлы  | Цинк              | 25                                                                        | 27                                                                                     |
|          | Алюминий          | 52                                                                        | 55                                                                                     |
|          | Серебро           | 63                                                                        | 68                                                                                     |
|          | Платина           | 125                                                                       | 127                                                                                    |
| Полимеры | Хлористое серебро | 31                                                                        | 30                                                                                     |
|          | Полихлорвинил     | 35                                                                        | 32                                                                                     |
|          | Капрон            | 45                                                                        | 43                                                                                     |
|          | Полипропилен      | 56                                                                        | 57                                                                                     |
|          | Тефлон            | 75                                                                        | 78                                                                                     |

этих же веществах, полученные калориметрическими измерениями. Мы видим хорошее совпадение в значениях энергии активации процесса разрушения и энергии сил связи. Таким образом, получен ясный и естественный ответ: разрушение тела идет путем последовательного разрыва связей между атомами. Этот ответ, пожалуй, и тривиален, но совсем нетривиально, как идет «рассоединение» атомов, какую роль выполняет здесь приложенная внешняя сила (напряжение  $\sigma$ ). Ранее думали, что эта сила просто оттягивает, отрывает атомы друг от друга. В свете представлений о временной зависимости прочности, согласно которым разрушение есть активационный процесс, т. е. процесс, связанный с тепловым движением, порождающим флуктуации энергии, роль внешней силы выглядит иначе. Внешняя сила прежде всего снижает начальный потенциальный барьер. Это достигается, действительно, некоторым раздвижением атомов. Однако, не будь теплового движения, ничего дальше не произошло бы. Существование же энергетических флуктуаций приводит к тому, что при пониженной внешней силой потенциальном барьере резко учащаются случаи разрыва межатомных связей (см. уравнение 2).

Здесь важно и то, что внешняя сила создает направленность процесса. Если в отсутствие силы распад связей, хотя и редко, но происходил, то он компенсировался восстановлением связей, и разрушения тела, естественно, не происходило. При приложении силы облегчается распад связей и затрудняется их восстановление, поэтому и идет необратимое разрушение тела.

Таким образом, вырисовывается несколько парадоксальная роль внешней силы в явлении разрушения: она, конечно, необходима для разрушения, снижает потенциальный барьер, обеспечивает направленность процесса разрушения, но не она осуществляет рассоединение атомов. Роль силы сводится, собственно, к тому, чтобы облегчить и расчистить поле действия для тепловых энергетических флуктуаций. Именно они и становятся теми «ножницами», которые перерезают межатомные связи, нарушают сплошность тела и ведут к его распаду на части.

Этот вывод о важнейшей, определяющей роли теплового движения в разрушении тел — основное качественное следствие из концепции временной зависимости прочности.

Анализ выражения (1) позволяет сделать также заключение, как приложенная внешняя сила (т. е. напряжение  $\sigma$ ) распределяется по атомам тела. В разности  $U_0 - \gamma\sigma$  член  $\gamma\sigma$  характеризует, как уже отмечалось, снижение начального потенциального барьера внешней силой. При этом  $\gamma\sigma$  означает ту работу, которую выполняет внешняя сила при разрыве тела (остальная работа выполняется за счет теплового движения энергетическими флуктуациями). Если бы нагрузка равномерно распределялась бы по атомам тела в его поперечном сечении, то тогда на каждый атом приходилась бы сила  $f_a$ , примерно равная:  $f_a \simeq \sigma l^2$  ( $l$  — поперечный размер атома).

Работа внешней силы при разрыве двух атомов, если принять, что разрыв между ними наступает при удвоении расстояния между их центрами (т. е. при их раздвижении на величину  $l$ ), оказалась бы примерно равной  $f_a \cdot l \simeq l^3 \cdot \sigma \simeq V_a \cdot \sigma$  (где  $V_a$  — объем атома).

Поэтому, если бы существовало равномерное распределение внешней нагрузки по атомам тела, то значение коэффициента  $\gamma$  в выражении (1), получаемое из экспериментальных данных, должно было бы оказаться

примерно постоянным для всех материалов и их различных состояний (поскольку атомы всех элементов достаточно близки друг к другу по объему) и иметь величину близкую к  $10^{-23}$  см<sup>3</sup> (величина объема атома). Вычисление же коэффициента  $\gamma$  из результатов измерения временной зависимости прочности показало, что этот коэффициент по величине значительно (до нескольких десятков раз) больше, чем  $V_a$  и, кроме того, он существенно меняется от материала к материалу, а также меняется и для данного материала, если его подвергать различным обработкам (температурным, механическим, радиационным и др.). В табл. 2 приведены

Таблица 2

Изменение локальных перенапряжений в телах при различной обработке до механических испытаний

| Вещество                                                                           | $\gamma$ см <sup>3</sup> | $\gamma/V_a$ (коэффициент перенапряжения) |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Алюминий;</b><br>$V_a \simeq 1,65 \cdot 10^{-23}$ см <sup>3</sup>               |                          |                                           |
| Прокатанный                                                                        | $147 \cdot 10^{-23}$     | 90                                        |
| Отожжен. при 300° С                                                                | $322 \cdot 10^{-23}$     | 195                                       |
| Отожжен. при 550° С                                                                | $630 \cdot 10^{-23}$     | 380                                       |
| С добавкой 4% меди                                                                 | $74 \cdot 10^{-23}$      | 45                                        |
| <b>Капрон;</b><br>$V_{a \text{ средн.}} \simeq 2,1 \cdot 10^{-23}$ см <sup>3</sup> |                          |                                           |
| Неориентированный                                                                  | $127 \cdot 10^{-23}$     | 62                                        |
| Ориентированный                                                                    | $20 \cdot 10^{-23}$      | 9,7                                       |
| С добавкой муравьиной кислоты                                                      | $31 \cdot 10^{-23}$      | 15                                        |

значения коэффициента  $\gamma$  для двух материалов: алюминия и капрона, в различных состояниях. Там же дано сравнение экспериментальных значений  $\gamma$  с хорошо известными величинами  $V_a$  для этих материалов.

О чем же свидетельствуют эти данные? То, что разрушение тела обусловлено последовательными разрывами связей между отдельными атомами, сомнений не вызывает. А тогда следует считать, что в тех местах, где происходят эти «атомные» разрывы, действующая нагрузка значительно выше, чем среднее напряжение в теле и величина  $\frac{\gamma}{V_a}$  имеет смысл «коэффициента перенапряжения».

Таким образом, когда мы прикладываем к телу внешнюю нагрузку, создающую по сечению тела среднее напряжение, то внутри тела как бы имеются рычаги, кото-

рые в отдельных местах резко повышают напряжения, и разрушение в этих местах намного ускоряется.

Что же это за рычаги? Откуда они берутся? По современным представлениям, реальные твердые тела обладают многими несовершенствами строения, т. е. они внутренне неоднородны. Вот эта-то неоднородность и может приводить к тому, что внешняя нагрузка неравномерно распределяется внутри тела. Следовательно, для дальнейшего выяснения процесса разрушения твердых тел необходимо изучение их реальной структуры и установление связей ее с коэффициентами перенапряжения. Такое изучение в настоящее время ведется. Но уже сейчас можно наметить некоторые условия в решении важнейшей задачи повышения прочности материалов.

#### КАК СДЕЛАТЬ ТЕЛО БОЛЕЕ ПРОЧНЫМ?

Действительно, с точки зрения временной зависимости прочности тело будет тем прочнее (или при данной нагрузке — тем долговечнее), чем меньше коэффициент  $\gamma$ . Это легко понять из приведенного выше выражения (1).

Уменьшение коэффициента  $\gamma$  означает снижение перенапряжения в теле. Следовательно, для упрочнения тела структура его должна быть измененной так, чтобы неоднородность строения тела была уменьшена или

изменена определенным образом. Из табл. 2 следует, что для данного материала коэффициента  $\gamma$  меняются в зависимости от обработки, а такая характеристика, как энергия межатомной связи ( $U_0$ ), не меняется. Это означает, что неоднородности в теле, которые ответственны за появление перенапряжений, имеют размеры существенно большего масштаба, чем атомы и их ближайшее окружение, т. е. они относятся к категории надатомной или надмолекулярной структуры. Поясним это заключение. При термической или механической обработке металлов, как известно, не меняется тип их кристаллической решетки, т. е. ближний порядок в расположении атомов. Но меняются размеры областей с совершенной решеткой, меняется их взаиморасположение. Соответственно для полимеров — полимерные цепи как были, так и остаются, но меняется характер их агрегации. Поскольку при изменениях такого надмолекулярного масштаба происходит изменение прочностных свойств (меняется  $\gamma$ ) при постоянстве атомно-молекулярной структуры (постоянство  $U_0$ ), то есть основания полагать, что именно на пути изучения надмолекулярной структуры и закономерности ее изменения удастся подойти к научно обоснованному решению вопроса об упрочнении твердых тел.

УДК 639.4.01



Г. Г. Астрова

#### МОРФОЛОГИЯ, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СИСТЕМА ОРДОВИКСКИХ И СИЛУРИЙСКИХ МШАНОК

Изд-во «Наука», 1965, 431 стр., ц. 3 руб.

Сибирь, Прибалтика, Подолья, о-в Вайгач... Многие районы нашей необъятной страны, многолетние поиски, исследования, опыты... И, наконец, раскрыта еще одна таинственная и малоизученная страница древнейшей истории Земли, сделан значительный вклад в одну из важнейших областей палеонтологии.

Впервые создан капитальный научный труд по мшанкам, древнейшим представителям животного мира, изучение развития которых увеличит наши знания о путях и закономерностях эволюции. Наиболее полно изучены мшанки на территории нашей страны и в Северной Америке (США и Канада). Вместе с тем, в странах Западной и Северной Европы, в Китае, Индии, Австралии, Африке они изучены мало, хотя можно предполагать, что в этих районах, особенно в Китае, мшанки в палеозойский период встречались в достаточно больших количествах.

В книге дается обзор ордовикских и силурийских мшанок по всему земному шару.

На территории нашей страны автор выделяет три мшанковых провинции, границы которых совпадают с границами морских бассейнов, существовавших в раннем палеозое. Во второй половине среднего ордовика для развития мшанок, по-видимому, существовали оптимальные условия.

Особенно интересна глава о морфологических особенностях древнейших мшанок, где вводятся новые и уточняются старые морфологические понятия и термины.

# ТАЙНЫ ЗМЕИНОГО ЯДА

*Яд змей как лечебный препарат в последнее время привлекает все более пристальное внимание ученых — специалистов различных областей науки: биохимиков, зоологов, врачей-терапевтов, онкологов, иммунологов, дантистов, отоларингологов, невропатологов и многих других. Это объясняется тем, что только недавно выяснились новые свойства змеиного яда, в нем обнаружена большая группа неизвестных биологически активных веществ, необходимых для получения очищенных ферментов, для изучения структуры белка и изготовления лекарственных препаратов. Чтобы всесторонне осветить эту важную и интересную проблему, мы попросили рассказать о ней на страницах нашего журнала специалистов разных областей науки.*

## ОПАСНЫ ЛИ ЗМЕИ

*Профессор А. Г. Банников*

Действительно ли змеи катаются колесом, поют песни и гипнотизируют свою жертву? \*  
Не жало — а зубы \* Молчаливые и «говорящие» змеи \* Статистика укусов

Змеи издавна вселяли в человека ужас. Внезапность укуса, огромная сила действия яда, неподвижный взгляд таинственного, холодного, бесшумно появляющегося, скрытно живущего гада порождали мифы и легенды. Одни народы отождествляли змею с коварством и злобой, другие — с мужеством и величием...

Сила действия ничтожного количества змеиного яда породила представление о колдовских свойствах змей. Яд этот начали применять в медицине, и уже у Плиния Старшего и других римских, а также греческих, арабских и китайских писателей древности можно найти длинный перечень средств, приготовляемых из различных частей тела змеи. Известный «териакл» — сложнейшая микстура со змеиным ядом, описанная в первом веке, вплоть до XVIII в. изготовлялась во всех аптеках Европы. В Англии, например, в официальной фармакологии «териакл» числился как лечебное средство до 1746 г. В средние века «гадючья микстура» была известна как средство лечения легочной чумы. Широко использовала восточная медицина не только змеиные яды, но и глаза,

кожу, жир, печень и другие органы и части тела змей при изготовлении лекарств. Недаром изображение змеи вошло в эмблему современной медицины.

Наши знания о ядовитых змеях, особенно в последнее время, неизмеримо возросли, но и сейчас нередко бытуют представления о неизбежной смерти после их укуса, о способности змей гипнотизировать животных и человека. Не перевелись рассказы о беспричинном нападении змей, которые с необычайной скоростью «катились колесом» за человеком или пели песню, привлекая жертву. Наконец, нередко рекомендуют весьма опасные и вредные способы оказания первой помощи при укусе.

### КАКИЕ ЗМЕИ ЯДОВИТЫ?

Из 2500 видов змей, известных сейчас на земном шаре, ядовиты для человека 410. По последнему списку ядовитых змей, составленному К. Клеммером (1963 г.) насчитывается ядовитых аспидов — 181 вид, гадюковых — 58, гремучих — 122, морских ядовитых змей — 49 видов.

Наиболее разнообразны ядовитые змеи

в Южной Америке, где известно 72 вида; много их в Центральной Америке (65 видов), Австралии (63), Центральной Африке (52) и Юго-Восточной Азии (49 видов). Напротив, немного их в Северной Америке — 19 видов и еще меньше в Западной Европе — всего 7 видов.

На территории нашей страны из 56 видов змей ядовиты для человека всего 10 (кобра, два вида щитомордников, эфа, гюрза, степная, обыкновенная и роговая гадюки, гадюка Радде и кавказская гадюка). Совершенно безосновательно иногда считают ядовитыми и опасными для человека стрелозмеем и медянку.

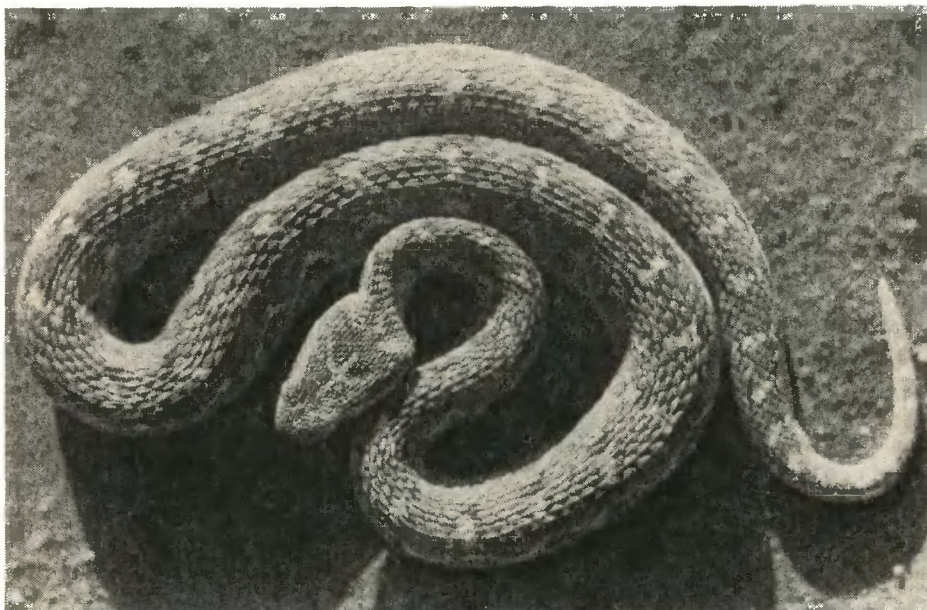
Ядовитые змеи обычно невелики. Их длина не превышает 100—150 см. Однако есть крупные виды, например исполинская кобра Юго-Восточной Азии, достигающая 475 см, и обитающая в тропических лесах Южной Америки немая гремучая змея, или бушмейстер, длиной до 380 см. Напротив, есть очень мелкие виды ядовитых змей среди аспидов, длина которых не превышает 20—30 см. Среди наших ядовитых змей наибольших размеров достигают гюрза (170 см) и кобра (180 см).

Оружие змей — ядовитые зубы, которые имеют внутри канал, подобно игле шприца, или снабжены бороздкой, по которой

стекает яд. Вырабатывается яд видоизмененной парной слюнной железой. При сокращении мышц яд по каналу железы, переходящему в канал или бороздку зуба, впрыскивается в рану, нанесенную зубом. Верхнечелюстная кость, к которой прикреплены ядовитые зубы, очень подвижна. Когда рот змей закрыт, верхнечелюстная кость отходит назад и ядовитые зубы ложатся вдоль рта; чехлы из складок десны, надвигаясь на зуб спереди, совсем скрывают его. При открытой пасти верхнечелюстная кость сдвигается вперед и зубы угрожающе поднимаются. Яда железы содержат немного: у гадюки около 30 мг, у кобры — до 200 мг. Но этого количества достаточно, чтобы убить несколько десятков тысяч морских свинок. На разных животных яд змей действует по-разному. Так, одно и то же количество яда кобры может убить 10 змей, 25 собак, 60 лошадей и 300 000 голубей. Есть животные маловосприимчивые к яду змей: к числу таких относятся, например, свиньи и ежи; так, еж в 40 раз устойчивее к яду гадюки, чем морская свинка.

Ядовитый аппарат змей служит им для умерщвления добычи — чаще всего мелких грызунов, птиц, лягушек, ящериц. Ядовитые змеи относительно малоподвижны и подстерегают свою добычу, подобно кошке, в засаде. Молниеносный бросок головы — и змея своим живым шприцем вводит в кровь жертвы яд. Спустя короткое время парализованную или убитую ядом жертву змея заглатывает. Эта быстрота движений головы, за которыми почти невозможно уследить, конвульсии или полный паралич жертвы и послужили источником, породившим легенду о гипнозе змей. Этому же способствовал их неподвижный взгляд, объясняющийся тем, что глаза у них лишены подвижных век.

Отыскивая добычу, змея пользуется своим узким подвижным и раздвоенным на конце языком. Это тончайший орган осязания и обоняния. Бесперывно высывая вибрирующий



Эфа

Фото Ю. Горелова



Королевская кобра

Рис. П. Кондакова



Ядовитые змеи. Древесная зеленая змея (1); гремучая змея (2); обыкновенная гадюка (3); коралловый аспид (4)

язык, змея улавливает из воздуха или с поверхности тела, к которому он прикасается, мельчайшие частицы вещества и переносит их к особому чувствительному анализатору — органу Якобсона, расположенному в передней части свода ротовой полости. Вид этого узкого, острого языка и породил фантазию о «змеином жале».

Сравнительно недавно у змей найдены органы термолोकации, особенно хорошо развитые у гремучих змей (среди паших змей у цитомордников). Они имеют вид парных лицевых ямок, между глазом и ноздрей, разделенных каждая на две камеры тончайшей мембраной, снабженной сетью нервных окончаний. Такой термолокатор способен улавливать тепловые лучи и определять местонахождение нагретого тела на расстоянии в несколько десятков сантиметров, если оно имеет температуру, отличную от температуры окружающей среды более чем на  $0,2^{\circ}$ . Эти термолокаторы помогают змеям разыскивать пищу.

На животных, которых змея не может проглотить, она не нападает; не нападают змеи и на человека. Однако, защищаясь, они кусают любого врага.

Змеи обладают сильной мускулатурой, которая позволяет им высоко поднимать голову, как это делает наша гюрза, или переднюю треть тела, что так типично для насторожившейся кобры с раскрытым «капюшон». Некоторые виды, например наша стрела-змея, питающаяся быстро бегающими ящерицами, способны с большой ловкостью догонять свою жертву, но крупных животных, как и человека, змеи никогда не преследуют. Змеи не могут прыгать, за исключением немногих тропических видов, например, толстого лахезиса из Южной Америки, который, собравшись в тугую спираль, совершает бросок до полуметра в сторону жертвы или врага.

Змеи молчаливы — у них нет голосового аппарата, и они могут только шипеть, с силой выпуская воздух легких через гортанную щель. Настоящие гремучие змеи Америки имеют погремушки-трещотки в виде конусовидных ороговевших колец на конце хвоста. Возбужденная змея быстро трясет



Стрела-змея

Фото Ю. Горелова

хвостом, издавая громкий шелест, напоминающий трескотню цикад. Между прочим, у нас в Средней Азии местные жители нередко принимают громкую песню цикады, за «песню змеи». Наша песчаная гадюка — эфа издает хорошо слышимый скрипящий звук трением боковых чешуй тела друг о друга, когда при встрече с врагом свертывается кольцами.

#### РЕАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ ОТ ЯДОВИТЫХ ЗМЕЙ

Как это ни странно, мы располагаем очень небольшим материалом о действительной смертности людей при укусах ядовитых змей. Объясняется это тем, что в странах Южной Америки, Юго-Восточной Азии и Африки, где их особенно много, не ведется точной статистики причин смерти. Еще в конце прошлого века ряд исследователей обратил внимание на то, что официально приводимые цифры смертности от укусов змей в Индии — 20—30 тыс. человек ежегодно — вызывают сомнения, поскольку врачам, непосредственно работавшим в Индии, не приходилось лично регистрировать более 15—20 смертных случаев в течение года. Очевидно, в некоторых местах все случаи смерти, причины которых неизвестны, приписываются ядовитым змеям. Такие преуве-



Гюрза

Фото Ю. Горелова

личенные цифры смертности из-за змей нередки и в других странах.

У нас в республиках Средней Азии, где больше всего ядовитых змей, ежегодно отмечается 3—4 случая гибели людей в результате змеиных укусов, а в целом по стране — не более 10—12 случаев. Трудно точно установить число людей, укушенных ядовитыми змеями. Однако поскольку есть данные, что ежегодно из-за гадюк погибает 4—6% людей, ими укушенных, а от укуса наиболее ядовитых змей, таких как кобра и гюрза, 8—15%, можно предположить, что в течение года в нашей стране подвергается укусам до 150 человек.

При каких же случаях люди оказываются жертвой ядовитых змей и каких?

В Восточном полушарии (исключая Австралию) шире других змей распространены гадюковые, они чаще всего и кусают людей. В Западном полушарии преобладают гремучие змеи, которые служат основной причиной трагических исходов. Аспиды, хотя и многочисленны в Африке, Азии и особенно в Австралии, ведут скрытный образ жизни и относительно редко становятся причиной гибели людей. Редки также случаи укусов морских змей, несмотря на то, что они водятся во многих тропических морях.

Чаще всего жертвой змей оказываются мальчишки, которые составляют около 80% всех погибших от укусов ядовитых змей. Подвижные, любопытные, зараженные охотничьим азартом, они постоянно залезают руками в норы, под камни, в трещины, дупла или птичьи гнезда, где их и кусают змеи. Среди взрослых чаще оказываются укушенными мужчины, обычно на охоте, или во время земляных и сельскохозяйственных работ.

Реальную опасность представляют змеи и для домашних животных — буйволов, лошадей, овец и других, особенно в тропических и пустынных районах. Охотничьи собаки довольно часто погибают от укуса змеи, которую они пытаются схватить.

Такова действительная опасность ядовитых змей. Представление же о змеях, как о страшной силе, уносящей ежегодно бесчисленное множество человеческих жизней, — порождение широко распространенного суеверного ужаса перед этими животными.

УДК 598.126

## БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА ЯДА

*Профессор З. С. Баркаган*

**Нет укусов «абсолютно смертельных» \* Протеазы — носители токсичности \* Старые способы лечения бесполезны \* Как и чем лечить \* Достижения советских исследователей**

Ученые издавна пытаются проникнуть в тайну состава змеиных ядов, раскрыть природу их токсического действия на организм человека и теплокровных животных, найти эффективные способы лечения пострадавших

от змеиных укусов. В последние годы интерес исследователей к змеям и их ядам не только не уменьшился, но значительно возрос. Это связано с тем, что в змеиных ядах была обнаружена большая группа ранее

неизвестных биологически активных веществ, которые все шире и шире используются для приготовления лекарственных препаратов, для получения очищенных ферментов, для изучения структуры и функции белка, клеток и тканей организма, а также для диагностики некоторых заболеваний.

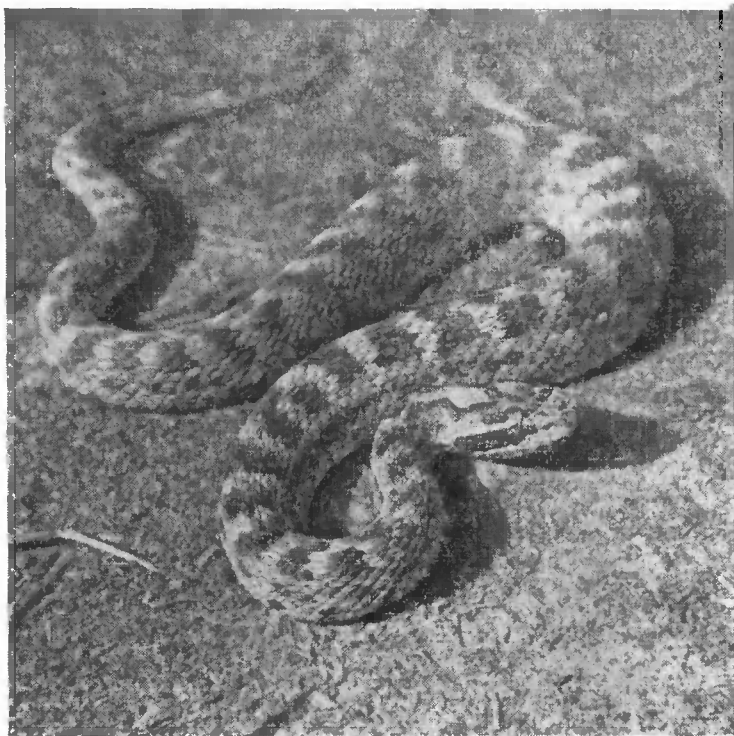
Опасность укуса ядовитой змеи определяется не только активностью и количеством введенного в тело жертвы яда, но и особенностями организма пострадавшего. По уточненным в последние годы данным, наибольшей активностью обладают яды морских змей. Они в 2—8 раз более токсичны, чем яд одной из наиболее опасных наземных змей — индийской кобры. Однако морские змеи при укусе выделяют очень мало яда (от 0,5 до 20 мг), тогда как кобра вводит в тело жертвы до 180 мг яда. Поэтому укусы морских змей не столь опасны и дают меньше смертельных исходов, чем отравления ядами аспидов и гремучих змей.

Дети и старики более чувствительны к змеиным ядам, чем люди среднего возраста. Люди истощенные, ослабленные гиповитаминозом и различными хроническими заболеваниями плохо переносят змеиные укусы.

На земном шаре нет змей, укусы которых были бы абсолютно смертельны для человека. Даже при укусах самых опасных тропических змей более 2/3 пострадавших выживает.

### СОСТАВ ЗМЕИНОГО ЯДА

Состав и свойства змеиных ядов долгое время оставались для ученых неразгаданной тайной. Правда, сравнительно давно уже узнали, что яды аспидов и морских змей действуют на нервную систему, вызывая прогрессирующий паралич и угнетение дыхания, тогда как яды гадюк повреждают главным образом стенки кровеносных сосудов, кровь и мягкие ткани в зоне укуса. Однако долгое время оставалось неясным, какие именно составные части ядов «несут ответственность» за эти повреждения, какова их химическая природа и интимный механизм действия на отдельные системы организма человека. В течение последних 70 лет выдвигались различные гипотезы действия змеиных ядов, но большинство из них не выдержало экспериментальной проверки. Состав змеиных ядов оказался настолько сложным, что лишь новейшие методы препаративной



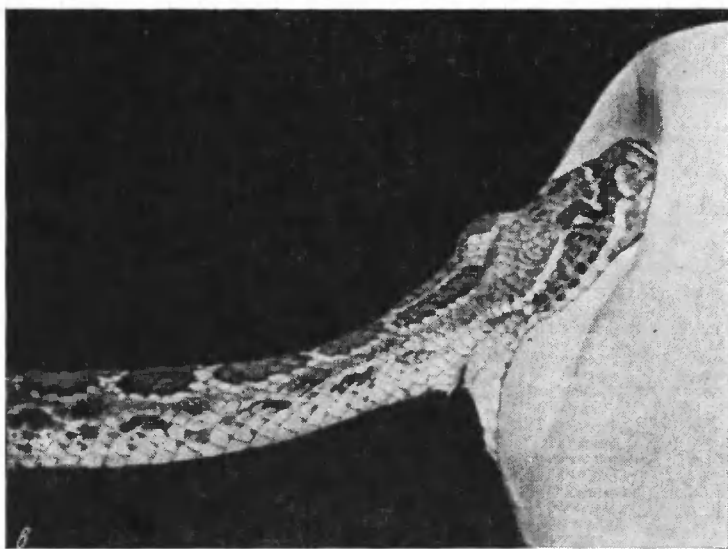
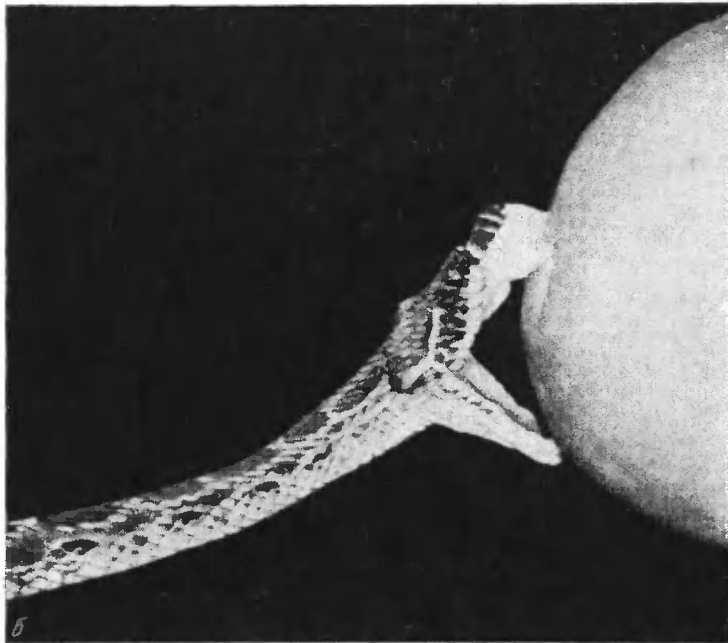
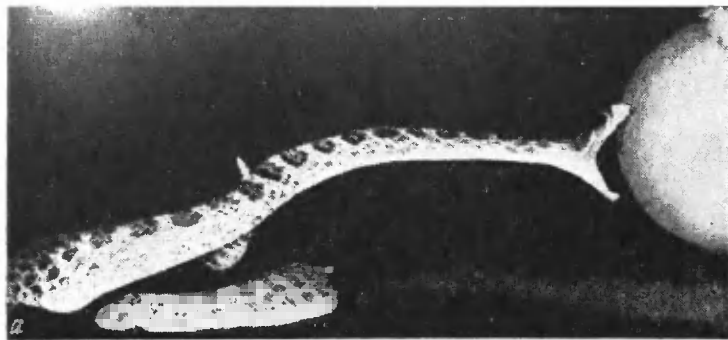
Щитомордник

Фото А. Лесняка

химии и ферментологии позволили приподнять завесу, скрывающую от нас тайну этих исключительно активных природных соединений.

В настоящее время можно считать доказанным, что основные действующие начала змеиных ядов — это аминокислотные соединения (белки и пептиды), обладающие свойствами ферментов или ферментных ядов. Применяя сложные методы этапного фракционирования белков — электрофорез, высаливание, ультрацентрифугирование, разделение на ионообменных смолах и др., — удалось выделить отдельные белковые и пептидные фракции ядов, определить их физико-химические константы, аминокислотный состав, ферментные свойства, токсичность и т. д. Эти исследования выявили, что в состав змеиных ядов входит большое число сильнодействующих ферментов, многие из которых не имеют себе равных как по активности, так и по качественным особенностям действия на субстрат.

Перечисление всех ферментов, найденных в змеиных ядах, заняло бы слишком



Процесс укуса: бросок (а); ядовитые зубы про-  
ткнули кожу жертвы (б); благодаря подвижной верх-  
нечелюстной кости пасть сильно расширяется и змея  
словно чулок натягивается на значительно превос-  
ходящую ее по размерам жертву (в)

много места. Поэтому кажем лишь на ос-  
новные их группы: протеолитические фермен-  
ты (от эндо- и экзопептидаз до таких узко-  
специализированных энзимов, как бради-  
кининогеназа, плазмин и др.), свертываю-  
щие кровь протеазы; эстеразы; полифос-  
фатазы; мукополисахаридазы; оксиредук-  
тазы и др.

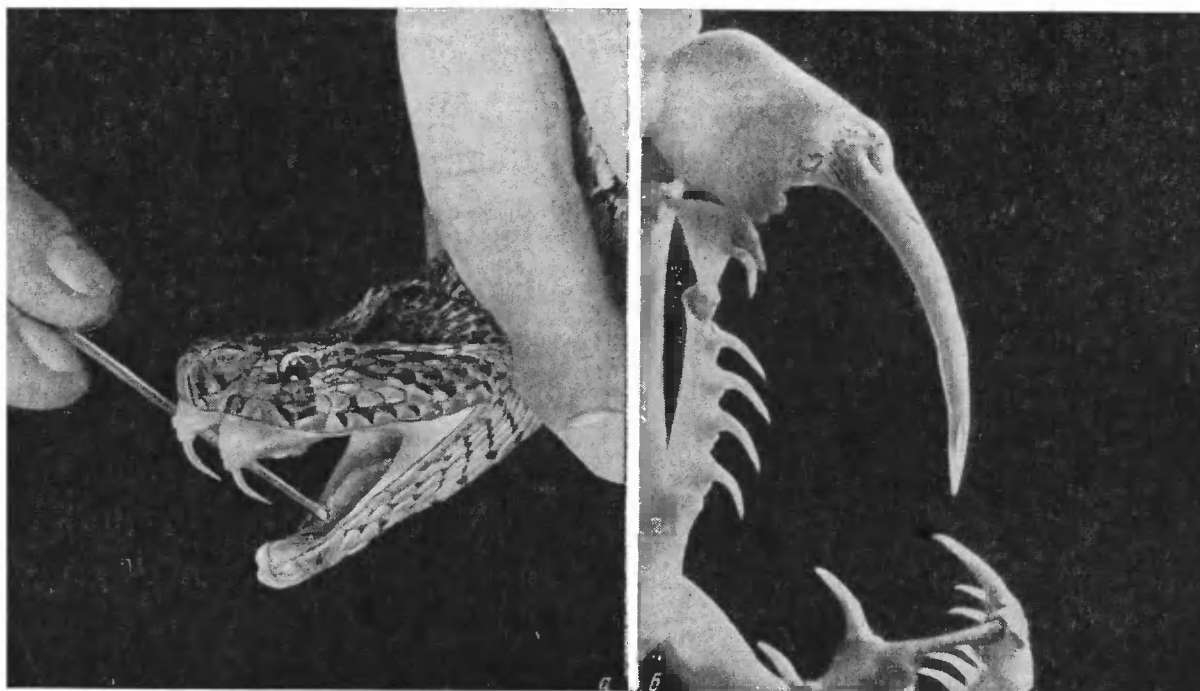
Ферментный состав разных ядов неоди-  
наков. Так, холинэстераза содержится толь-  
ко в ядах аспидов, а свертывающие кровь  
протеазы — только в ядах гадюк, гремучни-  
ков и т. д. Из ферментных ядов особого упо-  
минания заслуживает найденный в яде  
кобры ингибитор оксидазного дыхания.

Такая богатейшая «кладовая» ферментов,  
веществ, необходимых для многих отря-  
слов современной науки, привлекла к себе  
внимание представителей разных специ-  
альностей, в том числе и таких, которые ни-  
когда раньше змеиными ядами не интересо-  
вались.

Вместе с тем, при таком большом наборе  
активно действующих веществ трудно уста-  
новить, какие же из них ответственны за от-  
равляющие свойства яда. Ясно, что такими  
основными «носителями токсичности» мог-  
ли быть признаны только те вещества, кото-  
рые в малом количестве воспроизводят все  
основные признаки действия змеиных ядов  
и удаление которых из яда лишает его ток-  
сичности.

Первым удалось получить основной ток-  
син яда кобры, который оказался полипеп-  
тидом, богатым серосодержащими аминокис-  
лотами. Это вещество выделили из яда в  
1936 г. немецкие ученые Ф. Михеель и Ф. Юнг  
и, независимо от них, индийские исследова-  
тели Б. Гхош и С. Де. В дальнейшем было  
установлено, что этот кобротоксин — фер-  
ментный яд и в очень малых дозах воспроиз-  
водит все основные проявления интоксика-  
ции.

Значительно большие трудности предста-  
вило определение токсических начал ядов  
гадюк и гремучих змей. Правда, при анали-  
зе свойств отдельных белковых фракций  
этих ядов неизменно устанавливали, что  
наибольшей ядовитостью обладают те из  
них, которым свойственно расщеплять бел-  
ки и вызывать свертывание крови (протео-  
литическое и свертывающее кровь действие).  
Однако отделить их от некоторых других  
компонентов яда и получить в химически  
чистом виде долгое время не удавалось. Впер-  
вые этого достигли лишь в 1959—1962 гг.

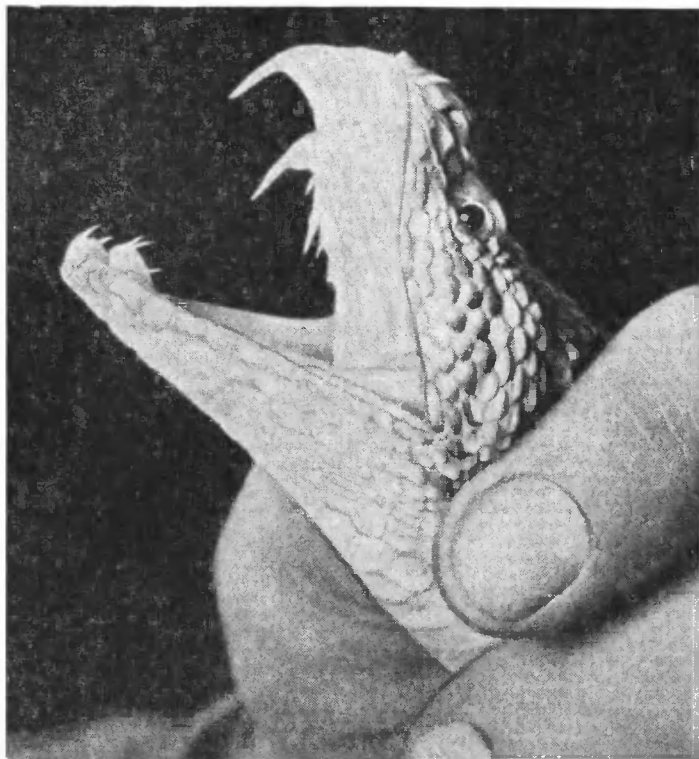


Ядовитые зубы змей расположены в верхней челюсти и в закрытой пасти лежат горизонтально, острием назад. При открывании пасти подвижная верхнечелюстная кость сдвигается вперед и зубы угрожающе поднимаются. Положение зубов в открытой пасти змей (а); внутри зуба проходит канал, в который из ядовитых желез поступает яд (б)

японские исследователи Маэно, Мицу-хаси, Саваи, Оконоги, Осака и др. Ими получен очищенный фермент —  $H_2$ -протеиназа яда, который оказался в два-три раза более токсичным, чем цельный яд, и воспроизводил все основные проявления интоксикации: местный некроз тканей, кровоизлияния и отек в зоне укуса, общие явления кровоточивости и повышение сосудистой проницаемости, внутрисосудистое свертывание крови, шок и малокровие. Удаление или нейтрализация этого фермента почти полностью лишали яд его токсичности. В течение последних двух лет эти данные получили подтверждение в исследованиях большой группы ученых, подвергавших изучению яды разных представителей гадюк и гремучих змей. В частности, аналогичные результаты получены в опытах с ядом гюрзы автором настоящей статьи. Нужно сказать, что полная идентификация этих ферментов пока еще не закончена, но их принадлежность к протеиназам уже не вызывает никакого сомнения.

Помимо этого, в ядах некоторых наибо-

лее опасных гремучих змей найдена особая нейротоксическая фракция, являющаяся, видимо, не ферментом, а ферментным ядом. Впервые это токсическое начало выделили из яда бразильской гремучей змеи в 1938 г. К. Слотта и Х. Френкель-Конрат (Сан-Пауло, Бразилия). Авторы назвали эту белковую фракцию «кротоксином» и установили, что она обладает выраженным фосфолипазным действием, т. е. способностью расщеплять лецитин и разрушать оболочки красных кровяных телец. Отсюда было высказано предположение, что именно фосфолипаза А и есть основной носитель токсичности этого яда. Однако, в 1956 г. Е. Хаберман и В. Нейман опровергли эту точку зрения: им удалось разделить «кротоксин» на два самостоятельных вещества — фосфолипазу А, малотоксичную фракцию, которая не воспроизводит основных признаков отравления, и еще какой-то полипептид с молекулярным весом около 10 000, который не обладает фосфолипазным действием, но в очень малых количествах воспроизводит те расстройства, которые присущи действию яда.



Положение руки при сборе яда

Это вещество названо авторами кротактином.

Существенно изменились в последние годы и представления о механизме токсического действия разных ядов. Испытание отдельных их фракций позволило отвергнуть ошибочные предположения о разнородном происхождении различных признаков отравления, свести воедино все изменения, происходящие в отравленном организме, связав их с действием одного главного причинного агента. Так, если раньше повышение сосудистой проницаемости связывалось, в основном, с действием гиалуронидазы яда, распад клеток крови — с влиянием фосфолипазы А, свертывание крови — с коагулирующими протеазами, а некроз тканей — с гипотетическими «цитоллизинами» и т. д., то сейчас установлено, что все эти эффекты прямо или косвенно связаны с действием одной группы ферментов — *п р о т е а з*, которые, будучи отделены от остальных частей яда, воспроизводят полную картину отравления цельным ядом. Все остальные ферменты оказались малотоксичными, играющими лишь вспомогательную роль в разворачивании патологических нарушений в организме.

Это значительно облегчило поиски эффективных способов лечения отравлений, так как определялась цель этих поисков — выявить вещества, блокирующие действие главного токсического начала яда.

Значительно пополнились и изменились наши знания о происхождении и путях развития основных проявлений действия змеиных ядов. Так, Е. Н. Павловским, Ф. Ф. Талызиным и И. А. Вальцевой было доказано, что яд кобры не только вызывает периферический паралич дыхания, но и угнетает дыхательный центр. Конкретизированы данные и об отравлении ядами гадюк: доказана связь кровоточивости, повышения сосудистой проницаемости и малокровия с действием протеаз яда; выявлено важное значение в механизме отравления — уменьшения объема циркулирующей крови и содержания в ней белка, несвертываемости крови и исчезновения из нее фибриногена и т. д.

#### ЛЕЧЕНИЕ ПРИ УКУСЕ

Неузнаваемо изменились и принципы лечения отравлений змеиными ядами. В течение многих веков при оказании помощи пострадавшим применяли такие традиционные воздействия, как наложение жгута на пораженную конечность, прижигание места укуса раскаленным железом, кислотами, щелочами, кипящим маслом, обкалывание его сильными окислителями и т. д. Рекомендовался прием внутрь алкоголя, кровопускание и др.

В настоящее время уже твердо доказано, что все эти методы не только не приносят пользы, но значительно отягчают состояние пострадавших. Они не задерживают яда в месте введения, усиливают явления общей интоксикации, способствуют омертвлению тканей в зоне укуса. Прямое доказательство этому мы получили в опытах с ядами гюрзы, эфы и обыкновенной гадюки: кратковременное наложение жгута не ослабляло и не задерживало развития интоксикации, а более длительное (1—1,5 часа) — приводило к тому, что животные гибли раньше и в большем числе, чем контрольные. Прижигания и введение марганцево-кислого калия также приводили к увеличению числа смертельных исходов и осложнений.

К чести советских ученых нужно сказать, что они первые указали на нецелесообразность применения всех этих травмирующих

воздействий и четко сформулировали новый принцип лечения змеиных укусов — принцип максимального щажения пораженной части тела. Из старых методов на вооружении осталось лишь отсасывание яда из ранок, которое действительно может существенно облегчить интоксикацию. Большую пользу приносит также придание пораженной конечности с помощью шин и фиксирующих повязок неподвижного положения, транспортировка пострадавших в лежачем положении. Эксперименты показали, что при этом значительно замедляется распространение яда по организму. Новокаиновая блокада места укуса облегчает состояние больных, но существенно не влияет на исходы отравления.

Важнейший метод лечения людей, укушенных гадюками, заключается в борьбе с внутренней кровопотерей при помощи массивных струйно-капельных переливаний крови. Это единственный способ, которым можно быстро устранить такие важнейшие признаки отравления, как уменьшение объема циркулирующей крови, падение артериального давления, несвертываемость крови, уменьшение содержания в ней фибриногена и других белков, малокровие и т. п.

Заслуженно прочное место в лечении змеиных укусов давно уже заняли специфические противоядные сыворотки, получаемые путем иммунизации животных ослабленными змеиными ядами. С тех пор, как этот метод был предложен в начале нашего века известными французскими естествоиспытателями А. Кальметтом и М. Физали, накоплен огромный клинический опыт, подтверждающий высокую эффективность сывороточного лечения змеиных укусов.

Однако нейтрализация действия яда может быть, очевидно, достигнута и с помощью химических агентов, обладающих свойствами антиферментов. Этот путь представляется еще более перспективным, чем лечение противоядными сыворотками.

Обнадеживающие результаты получены в последние годы в опытах с рядом веществ антиферментного действия. Так, Ф. Ф. Талызин с соавторами выявили, что действие змеиного яда ослабляется пропилгаллатом. Хорошие результаты были получены нами при использовании Е-аминокапроновой кислоты и инициатора — синтетических веществ, обладающих антифибринолитическим и антипротеазным действием. Однако окончательное решение о возможности лечения больных этими препаратами можно будет вынести только после клинического испытания.

При укусах ядовитых змей могут оказать большую помощь также гормональные препараты типа кортизона и преднизона. Они обладают противовоспалительным и противошоковым действием, подавляют активацию протеолитических ферментов, уменьшают опасность появления анафилактического шока и других осложнений при введении противоядных сывороток. Прием алкоголя, напротив, усиливает ряд признаков отравления и осложняет сывороточное лечение.

Нет сомнения в том, что в ближайшие годы змеиные яды найдут еще более широкое применение в различных областях науки и практики, а в лечении змеиных укусов произойдут дальнейшие существенные усовершенствования.

УДК 577.15

## ЯД—КАК ЛЕКАРСТВО

*И. А. Вальцева*

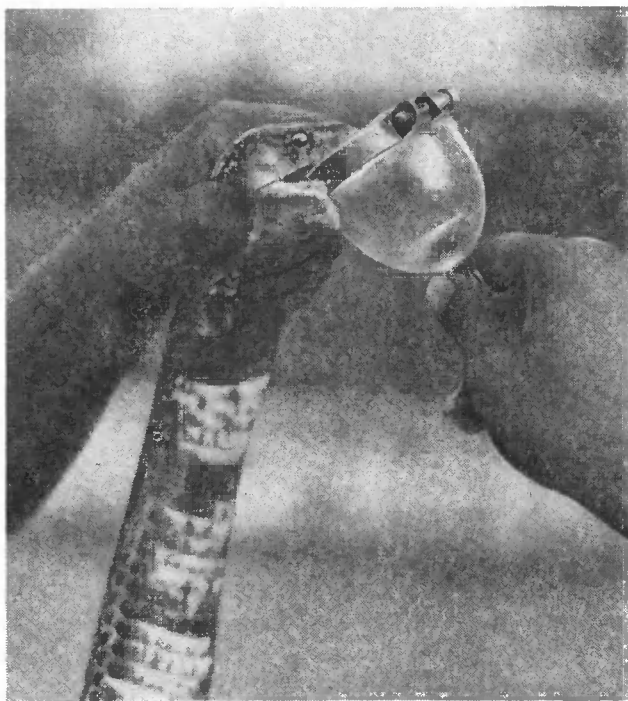
*Кандидат биологических наук*

*1-й медицинский институт им. И. М. Сеченова (Москва)*

**Вред или польза? \* Яд — против эпилепсии, стенокардии и полиартрита \* «Летбетокс» облегчит удаление зубов и гланд \* Эмульсии випралгн и випратокс — новые целебные средства**

Еще издавна мышцы и жир змей использовались в лечебных целях. Не меньше интересовала врачей возможность использования самого яда.

Исследование терапевтических свойств ядов было начато, можно сказать, благодаря неприятной случайности. Так, у укушенных змеями людей, после их выздоровления,



Вот так берут яд у змей

прекращались или значительно облегчались наблюдаемые у них ранее, до укуса, болезненные явления. При экспериментальном исследовании на животных и позже при инъекциях некоторых ядов человеку тоже наблюдалось их хорошо выраженное болеутоляющее действие. Таким действием отличается яд кобры. В клинических условиях слабые концентрации этого яда свободно подменяют собой анагезирующий препарат морфия у больных, страдающих злокачественными новообразованиями. Будучи несколько слабее морфия, небольшие дозы змеиного яда оказывают более длительное болеутоляющее действие и не способствуют привыканию больного к наркотику, как это бывает в случае многократного введения морфия. Это снижение болевой чувствительности О. Я. Режабек объясняет способностью яда временно блокировать чувствительные окончания нервных волокон.

Постоянные поиски целебных свойств змеиных ядов привели А. С. Мелик-Карамяна (Ташкент) к получению препарата, улучшающего общее состояние больных, страдающих бронхиальной астмой и неко-

торыми другими заболеваниями. В настоящее время этот препарат проходит завершающее испытание.

Делались попытки применить змеиные яды и при злокачественных новообразованиях у экспериментальных животных. Некоторые зарубежные исследователи отмечают случаи незначительного обратного развития раковых опухолей и сарком у животных в процессе лечения их кобротоксином. Однако полностью эти данные пока не подтвердились.

Учитывая действие некоторых змеиных ядов на нервную систему, а также успокаивающий характер этого воздействия при использовании малых доз, сделали попытку применить яд кобры и некоторых гремучих змей при лечении такого тяжелого заболевания, как эпилепсия. Опыты показали, что эти яды не только облегчают течение эпилептических припадков, но и значительно снижают количество их у больных. Получены данные и о благоприятном действии нейротропного яда кобры при лечении стенокардии.

Яды большинства змей из семейства гадюковых обладают, главным образом, свертывающим кровь действием. В связи с этим появилась идея использовать их для остановки кровотечений. По-видимому, их можно использовать и в зубоврачебной практике. Из яда гюрзы получен и проходит испытание новый кровоостанавливающий препарат — лебетокс (З. С. Баркаган). Геморрагический яд гадюки оказывает некоторое положительное воздействие при лечении гемофилии — стойкого несвертывания крови.

Способность змеиных ядов оказывать лечебное и болеутоляющее действие используют для изготовления целого ряда медицинских препаратов. Целебные дозы змеиных ядов входят составной частью в кроталин (ГДР), випралгин (ЧССР), випратокс (ГДР). Изготовленные в виде эмульсии, они применяются при лечении различных полиартритов, ревматизма, ишиаса и других видов невралгии. Однако, учитывая, что основным действующим началом этих препаратов является змеиный яд, а также принимая во внимание возможную повышенную чувствительность к нему у отдельных людей, лечение ими следует проводить только под постоянным наблюдением врача.

УДК 577.15

## ДЕТОНАЦИЯ В ГАЗАХ

*За исследования детонации в газах Ленинская премия за 1965 год присуждена чл.-корр. АН СССР Б. В. Войцеховскому, доктору физико-математических наук Р. И. Солоухину и кандидату технических наук Я. К. Трошину.*

Детонация газов, открытая 84 года тому назад (приблизительно столько же лет известна детонация взрывчатых веществ, хотя они применялись с незапамятных времен), — не молодая область науки, если судить по современным темпам накопления научной информации. Термодинамическая теория детонации построена более 50 лет тому назад. Казалось бы, что ничего нового нельзя сделать в такой завершенной отрасли науки. Но, вероятно, нет устаревших наук, есть устарелые исследования. Многие области науки испытывали в последние годы новый расцвет. Астрономия, химия, биология — старейшие науки — в последние годы помолодели и выдвинулись, благодаря новым идеям и новым экспериментальным методам, в ряды быстро развивающихся наук. Нечто подобное произошло и с наукой о горении, в частности с ее наиболее интересным разделом — газовой детонацией, находящейся на стыке газодинамики, термодинамики и химической кинетики, и большая заслуга в этом принадлежит новым лауреатам, их способности видеть и вскрывать в исследуемых явлениях глубокие внутренние связи.

Детонация представляет собой распространение горения с равномерной скоростью в несколько километров в секунду. В газах это 2—3 км/сек, во взрывчатых веществах до 8—9 км/сек, т. е. она значительно превышает скорость звука в исходном веществе. Горение в детонационной волне происходит с увеличением плотности и сильным повышением давления. Продукты сгорания при детонации движутся в ту же сторону, куда распространяется ее фронт. Термодинамическая теория детонации позволяет вычислить скорость волны, скорость газа, давле-

ние и плотность продуктов сгорания до их разлета. Эта теория была построена в предположении мгновенного протекания химической реакции; она не учитывала химической кинетики. Учет кинетики, сделанный в СССР в сороковых годах Я. Б. Зельдовичем, показал, что возможны различные структуры фронта, различные профили распределения давления плотности и скорости газа по глубине волны. Однако измерения распределения этих величин давали результаты не совпадающие с теорией. Не описывался ею и так называемый детонационный спин, распространение ядра детонации в трубе по спирали. Теория спина, явления характерного для детонации у пределов ее распространения, была построена Я. Б. Зельдовичем (1946 г.) и автором этих строк (1945 г.). Таковым приблизительно было положение теории детонации до начала работ, предпринятых Б. В. Войцеховским, Р. И. Солоухиным и Я. К. Трошиным и их товарищами по работе.

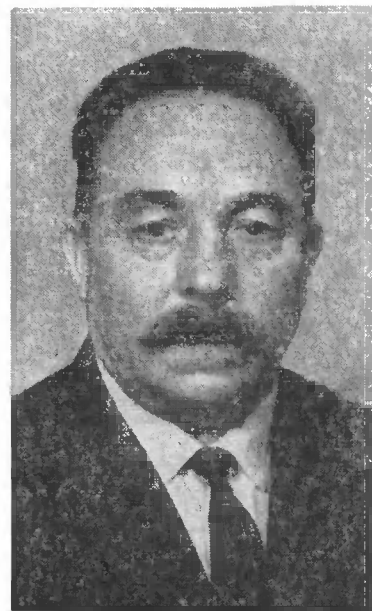
Исключительно подробное и глубокое экспериментальное исследование детонации привело к открытию неоднородной структуры ее фронта. Оказывается, фронт детонации всегда неплоский — по нему распространяются газодинамические неоднородности, которые создают зоны повышенной температуры, способствующие воспламенению газа в отдельных участках на поверхности фронта. В местах столкновения газодинамических неоднородностей возникают еще более благоприятные условия воспламенения. Прежде всего газ воспламеняется в таких отдельных зонах. Так была открыта пульсирующая детонация (терминология здесь еще не совсем установилась; такую детонацию



Б. В. Войцеховский



Р. И. Солоухин



А. К. Трошин

называют также многофронтной). Открытие пульсирующей детонации вызвало серьезные изменения в науке о детонации. Оно послужило толчком для серии новых работ.

В результате исследования устойчивости плоской детонации, предпринятого автором этих строк в 1959 г., удалось доказать, что пульсирующая детонация возникает в результате неустойчивости плоского фронта детонации. Измерение размеров неоднородностей в пульсирующей детонации позволило Я. К. Трошину, совместно с рядом сотрудников Института химической физики АН СССР, определить кинетические свойства газовой смеси. Дело в том, что размер газодинамических неоднородностей строго связан с химической кинетикой. По этой связи удалось измерить видимую энергию активации воспламенения в условиях детонации для бензола, метана и других горючих веществ. Открытие пульсирующей детонации в газах послужило толчком к исследованию структуры детонации в жидких взрывчатых веществах. Так, А. Н. Дремин с сотрудниками обнаружил пульсирующую детонацию в нитрометане. В твердых взрывчатых веществах пульсирующую детонацию зарегистрировать не удалось. В них газодинамические неоднородности, обусловленные неустойчивостью и химической кинетике плоской детонации, вероятно, по размеру меньше неоднородно-

стей механических (неоднородности плотности и т. п.). Поэтому кинетические (газодинамические) неоднородности отступают на задний план. Открытие пульсирующей детонации позволило иначе, чем это было ранее, подойти к пониманию и описанию пределов распространения детонации и газах и жидких взрывчатых веществах.

Б. В. Войцеховский, Р. И. Солоухин и Я. К. Трошин экспериментально исследовали структуру детонационного спина, оказавшуюся во многих случаях значительно более сложной, чем это следует из теории. Во-первых, часто по фронту горения в ядре спиновой детонации распространяются возмущения и возникает тонкая структура спина. Происхождение ее таково же, как и происхождение пульсаций на фронте неспинной детонации. Исследования также обнаружили, что угол наклона фронта горения в ядре спина к сечению трубы не совпадает с вычисленным теоретически. Авторами построена новая газодинамическая схема спина, устраняющая это противоречие. Правда, еще, видимо, предстоит доказать ее общность.

Детонация в некотором смысле слова явление неуправляемое. Ученые давно стремились остановить детонацию, сделать так, чтобы фронт ее покоился, газ же подавался во фронт со скоростью детонации. Точнее говоря, давно стремились сделать детона-

ционное топочное устройство. Но на пути решения этой задачи стоят принципиальные трудности, которые, казалось, были непреодолимы. Б. В. Войцеховскому удалось осуществить подобную детонацию, применив оригинальное новшество. Вообразим кольцевой канал (тор), в который из центра, по радиусу через кольцевую щель, подается горючая смесь, продукты же сгорания покидают кольцо через плоскую щель на его наружной поверхности. Газ пересекает кольцо поперек, изнутри наружу. В таком канале Б. В. Войцеховский вызвал детонацию, непрерывно бегающую по кругу. Пока она обходит круг, продукты горения на ее пути вытекают в сторону через наружную щель, а их место занимает несгоревший газ. Если кольцевой канал освобождается от продуктов горения раньше, чем детонация обойдет канал, в канале может появиться два, три или более фронтов детонации.

Здесь сказано лишь о некоторых, наиболее важных результатах работ новых лауреатов Ленинской премии. Этим, конечно, не исчерпываются все их достижения. Более подробное описание исследований по газовой детонации читатели «Природы» уже встречали<sup>1</sup>.

Лауреаты Ленинской премии Б. В. Войцеховский и Я. К. Трошин — люди трудной судьбы.

Богдану Вячеславовичу Войцеховскому не было и двадцати лет (он родился в 1922 г.), когда началась Великая Отечественная война). Всю войну он провел в действующей армии. С войной за плечами он поступил в Московский физико-технический институт. В 1964 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. Богдан Вячеславович отличается исключительным упорством и изобретательностью в научных ис-

следованиях. Отечественная война развила и укрепила его волевые качества, без которых не удастся сделать ничего существенного.

Яков Кириллович Трошин, бывший инженер-конструктор по авиационной технике, тоже с первого по последний день был на фронтах Отечественной войны. В 1941 г. пробивался с группой товарищей — бойцов и командиров Красной Армии — глухими лесами из окружения. Испытал тоску поражения и радость победы. После войны перешел на научную работу. Упорство, трудолюбие, большая интуиция и твердая воля помогли ему быстро сделаться выдающимся ученым. Широко известны его экспериментальные и теоретические исследования по физике и газодинамике горения. Недавно он успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Рем Иванович Солоухин — представитель младшего поколения ученых. Родился в 1930 г. Воспитанник Московского университета. Доктор физико-математических наук Р. И. Солоухин — проректор Новосибирского государственного университета.

В коллективе авторов, удостоенных Ленинской премии, люди разной научной и жизненной биографии, различного возраста. Но всех их объединяет любовь к науке, исключительная энергия, трудолюбие, талант и сильная воля. Все они находятся в расцвете творческих сил.

Поздравляя Богдана Вячеславовича Войцеховского, Рема Ивановича Солоухина и Якова Кирилловича Трошина с высшей научной наградой — Ленинской премией, пожелаем им здоровья и новых успехов в их трудной и благородной работе.

Член-корреспондент АН СССР  
К. И. Щелкин

Москва

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 7, стр. 14; № 8, стр. 40.

УДК 534.222.2

## ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 9 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

МУТАЦИИ И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ. Статья акад. И. Л. Енурия и Н. А. Лошадкина

ПРОБЛЕМА СИНТЕЗА ПИЩИ. Статья акад. А. Н. Несмеянова и В. М. Беликова

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПАМЯТИ. Статья Э. Т. Головань, А. И. Лук, В. С. Старинец

НЕЙТРИНО. Статья Л. А. Микаэляна

## РЫБЫ—МЕЛИОРАТОРЫ ВОДОЕМОВ

Зарастание водоемов часто приводит к тяжелым последствиям. Из-за сокращения площади нагула снижается их рыбопродуктивность. Обильное появление мягкой (погруженной) водной растительности в каналах уменьшает их пропускную способность, а полупогруженная растительность увеличивает испарение с водной поверхности, что особенно нежелательно в южных, засушливых районах. Зарастание нижних бьефов электростанций может привести к значительному подпору воды и к уменьшению мощности станций. В сильно заросших водоемах создаются благоприятные условия для размножения кровососущих комаров. Наконец, чрезмерное развитие фитопланктона («цветение» воды) в водопроводных водохранилищах ухудшает качество питьевой воды. Борьба с водной растительностью обходится очень дорого, а достаточно эффективных механических и химических способов такой борьбы еще не найдено. Вот почему большого внимания заслуживают опыты по акклиматизации и искусственному разведению некоторых растительноядных рыб, защищающих водоемы от зарастаний.

Белый амур (*Ctenopharyngodon idella* Val.), обыкновенный (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) и пестрый (*Aristichthys nobilis* Rich.) толстолобик—рыбы из широко распространенного семейства карповых. Родина их—равнинные реки Китая и Вьетнама. Белый амур питается высшими водными растениями (тростником, рогозом, различными видами рдеста, урутью, роголистником), а также наземными травами, заливаемыми в половодье. В благоприятных условиях он поедает их за сутки столько сколько весит сам. К тому же растет он быстро, и мясо его очень вкусное и жирное (рис. 1).

Обыкновенный толстолобик питается фитопланктоном, пищу пестрого толстолобика составляют фито- и зоопланктон. Вес их тоже достигает солидной величины (рис. 2). Таким образом, белые амуры и толстолобики могут широко использоваться для борьбы с зарастанием водоемов. При этом оказываются мобилизованными для питания населения огромные количества белков водной растительности, которая почти не поедается промысловыми рыбами наших рек и озер; растительный белок бесполезно аккумуляруется в виде илов на дне водоемов.

К сожалению, вплоть до самого последнего времени почти все попытки акклиматизировать белых амуров и толстолобиков вне равнинных рек Восточной Азии кончались неудачей.

Основная трудность заключалась в том, что в новых условиях эти рыбы, как правило, не размножались и никогда еще не удавалось искусственным путем получить от них жизнеспособное потомство. Впервые это осуществлено Институтом зоологии и паразитологии Академии наук Туркменской ССР, проводившим эти работы в 1958—1964 гг.

### МАЛЬКИ ИЗ «КАРАМЕТ-НИЯЗА»

В 1961 г. в экспериментальном рыбопитомнике «Карамет-Нияз» (на Каракумском канале), впервые в мировой практике акклиматизации этих рыб, от выдержанных в прудах производителей было искусственно получено жизнеспособное потомство белого амура и толстолобика, для чего пришлось разработать специальную методику их разведения.

Переход половых продуктов в текущее состояние стимулировался инъекциями гормонов гипофиза. Зрелая икра осторожно выжималась из самок и оплодотворялась мо-

## «НОВОСЕЛЫ» ВОДОЕМОВ АМУ-ДАРЬИ



Рис. 1. Самка белого амура, выращенная в пруду в возрасте 6 лет, весит 15,2 кг

Фото автора

локой в особых резервуарах (рис. 3). В других случаях оплодотворение отложенной естественным путем икры осуществлялось в нерестовых водоемах, после чего она собиралась в икроуловителях. Инкубация икры происходила в рыбоводных аппаратах (рис. 4) До заполнения плавательного пузыря и перехода к активному питанию личинки содержались в сетчатых садках. Подросшие же личинки транспортировались и выпускались в водоемы.

О масштабах проведенной работы можно судить по тому, что в 1964 г. в рыбопитомнике «Карамет-Нияз» было получено около 100 млн. личинок белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобиков, которые затем были выпущены в пруды рыбоводных хозяйств РСФСР, Украины, Узбекистана и других республик.

В те же годы удалось добиться акклиматизации в водоемах бассейна Аму-Дарьи выращенной до годовалого возраста молоди белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобиков. Рыбы (всего около 400 тыс. мальков) были выпущены в Каракумский канал.

Гидрологический режим Аму-Дарьи во многом сходен с режимом равнинных рек Восточной Азии: весенний паводок и здесь, и там проходит несколькими волнами, причем температура воды оказывается благоприятной для размножения растительноядных рыб. Выпущенные в водоемы Аму-Дарьи рыбы нашли здесь хорошие условия для роста, и в настоящее время в уловах уже нередко попадаются пятигодовалые белые амуры весом 18—20 кг, обыкновенные толстолобики до 12—15 кг и пестрые толстолобики по 21—24,5 кг.

Одним из самых серьезных достижений в рыбохозяйственном освоении водоемов Средней Азии следует считать естественное размножение в них белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобиков. Начиная с осени 1963 г., в промысловых уловах начали попадаться сеголетки белого амура и обыкновенного толстолобика, ставшие особенно многочисленными в 1964 г. Сеголетки белого амура при длине от 21,3 до 24,5 см весили до 410 г (в среднем—285,6 г),

Рис. 2. Пестрый толстолобик, весом в 16,2 кг, выращенный в рыбоводном пруду





Рис. 3. Отлов производителей для искусственного получения икры, которую затем оплодотворяют и помещают в специальные инкубаторы

а сеголетки обыкновенного толстолобика имели при средней длине 20,5 см средний вес 230 г.

Достаточно красноречивы данные Узбекского бассейнового управления Главрыбвода. Осенью 1964 г., при выполнении работ по рыболовной мелиорации и спасению молоди промысловых рыб в отпущенных и остаточных водоемах низовья Аму-Дарьи, было выловлено более 13 млн. сеголетков белого амура и 35 млн. обыкновенного толстолобика.

Все эти факты свидетельствуют об успешной акклиматизации растительноядных рыб в бассейне Аму-Дарьи. Осуществление же искусственного разведения белого амура и толстолобиков, доказывает, что их можно использовать и в тех водоемах, где по климатическим или гидрологическим условиям естественного нереста этих рыб добиться нельзя. Добавим, что естественный нерест растительноядных рыб в Аму-Дарье открывает большие перспективы для более рационального использования рыбных богатств и самого Аральского моря, малая соленость

которого не препятствует обитанию в нем пресноводных рыб. Вполне реальной представляется возможность повысить продуктивность Аральского моря более чем в два раза.

#### ОПЫТЫ В КАРАКУМСКОМ КАНАЛЕ

В первый год эксплуатации Каракумского канала (1957—1958) он стал на отдельных участках быстро зарастать мягкой (погруженной) водной растительностью, в результате чего коэффициент шероховатости ложа канала возрос до 0,880 против проектной — 0,020. Резко уменьшилась скорость течения воды и сократилась в три раза (!) пропускная способность канала. Если бы не это обстоятельство, то в Мургабском оазисе Туркменской ССР можно было бы дополнительно оросить несколько десятков тысяч гектаров посевов тонковолокнистого хлопчатника.

Испарение с площади, заросшей тростником, в 4,7 раза выше, чем с открытой водной поверхности, а так как наряду с мягкой растительностью на больших участ-

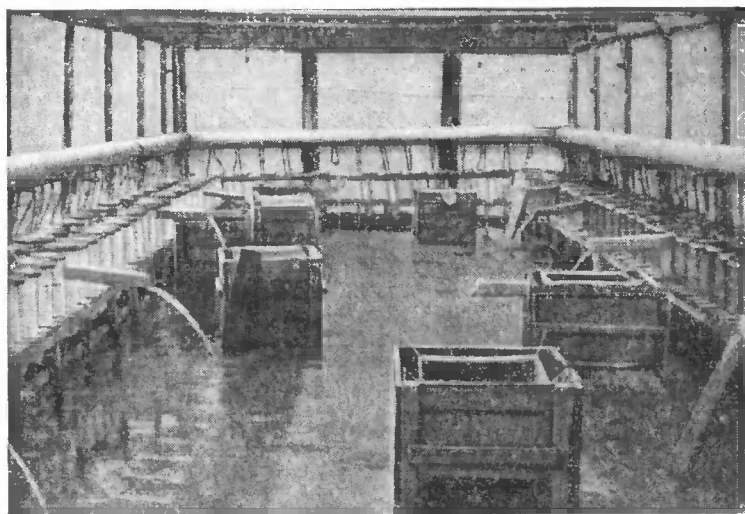


Рис. 4. Внутренний вид инкубаторного цеха для икры растительноядных рыб

ках канала бурно разрастаются тростник и рогоз, потери столь драгоценной в условиях Средней Азии влаги возрастают еще больше.

Борьба с зарастанием русла Каракумского канала велась вначале при помощи плавучих косилок и специальных тросов, протаскиваемых тракторами. Эти трудоемкие работы требовали затраты больших средств и в то же время эффективность их была невелика: при высокой прозрачности воды в канале и интенсивной инсоляции ежесуточные приросты некоторых видов водной растительности составляют в летние месяцы 8—10 см (рис. 5).

Все это побудило нас еще в 1958 г. предложить использовать для борьбы с водной растительностью белых амуров. В 1961 г. нами был поставлен опыт в одном из водоемов в зоне Каракумского канала. Площадь этого водоема составляла 1,8 га при глубинах до 1,5—2 м. Уже к началу мая он сплошь покрылся урутью колосистой и отча-

сти пронзеннолистным рдестом. Прибрежная полоса заросла тростником. По нашим подсчетам, общая биомасса растительности водоема составила 22,5 т (в пересчете на 1 га — 12,5 т). 12 мая 1961 г. туда было выпущено 375 белых амуров весом от 110 до 200 г (общий вес их равнялся 55,1 кг).

К началу сентября в водоеме полностью исчезла погруженная растительность, контрольные же обловы рыб показали, что за 3,5 месяца амур достиг среднего веса в 975 г.

В Каракумский канал, как уже указывалось, было выпущено 400 тыс. годовиков и двухгодовиков растительноядных рыб, из которых свыше 246 тыс. составили белые амур. Результаты не заставили себя ждать: зарастания Каракумского канала мягкой водной растительностью, несмотря на то, что гидрологический режим его не изменился, в настоящее время почти не наблюдается.



Рис. 5. Зарастание водоема, в котором нет растительноядных рыб  
Фото автора



Рис. 6. Для транспортировки на дальние расстояния производителей упаковывают в полиэтиленовые пакеты с водой и кислородом

Сейчас белых амуров довольно много на всем протяжении канала — от Аму-Дарьи до Ашхабада.

Анализ содержимого кишечника белых амуров, пойманных в Каракумском канале, показал, что питаются они здесь исключительно высшими водными растениями. Нередко можно увидеть, как они выпрыгивают из воды, хватая надводные части тростника.

#### АМУРЫ ВМЕСТО ГАМБУЗИИ

Белые амур оказались надежными помощниками в борьбе с личинками кровососущих комаров, причиняющих огромный вред здоровью населения и снижающих продуктивность сельскохозяйственных животных. Водная стадия развития комаров в большинстве случаев связана с присутствием в водоемах мягкой растительности. Обилие личинок находится в прямой зависимости от степени зарастания водоемов. В водоемах, лишенных мягкой водной растительности, комары встречаются только в виде исключения.

Наши наблюдения показали, что в опытном водоеме, где на 1 м<sup>2</sup> заросшего участка приходилось в среднем 305,6 личинок малярийного комара (*Anopheles pulcherrimus*), после уничтожения амурами водной растительности эти личинки полностью исчезли.

Здесь важно упомянуть, что белый амур — более холодоводная рыба, чем гамбузия, которую обычно применяют для борьбы с личинками малярийного комара. Он хорошо растет в условиях средней полосы, вплоть до Ленинградской области. Это позволит использовать его значительно шире, чем гамбузию, способную жить только в южных теплых водоемах (рис. 6).

Кроме того, было замечено, что в опытном водоеме почти полностью исчезли мелкие сорные рыбы, так как они лишились своих укрытий среди густых сплетений водной растительности и стали легкодоступной добычей хищных и всеядных рыб, а также рыбацких птиц.

\* \* \*

Таким образом, растительноядные рыбы, кроме своего большого рыбохозяйственного значения, могут иметь и не менее важное значение для биологической мелиорации водоемов.

В связи с успешным решением проблемы искусственного разведения растительноядных рыб и их естественного размножения в Аму-Дарье, открываются широкие возможности использования их в различных отраслях народного хозяйства страны. Зарыбление ими нуждающихся в мелиорации водоемов одних только гидросооружений Туркменской ССР, площади которых исчисляются многими тысячами гектаров, позволило бы сэкономить огромные средства. Одновременно эти водоемы превратятся в хорошие рыбохозяйственные угодья. Если учесть, что коллекторно-дренажная сеть является необходимым атрибутом орошаемого земледелия во всех районах юга страны, то станет ясно, какую экономическую выгоду сулит в перспективе использование растительноядных рыб в качестве мелиораторов и санитаров.

Д. С. Алиев  
Кандидат биологических наук

Институт зоологии и паразитологии Академии наук Туркменской ССР (Ашхабад)

УДК 626.83

## КАРАКУМСКИЙ КАНАЛ

*В Средней Азии создан замечательный канал — Каракумский, протянувшийся от реки Аму-Дарьи до дельт Мургаба и Теджена и далее, по подгорным равнинам Копет-Дага, до Ашхабада. Это поистине уникальное сооружение, не имеющее аналогов в мировой практике гидротехнического строительства в пустыне, создано героическим трудом советских строителей. В процессе этой работы впервые смело решены многие сложнейшие проблемы, возникающие в условиях своеобразной природы среднеазиатских пустынь. Наш народ высоко оценил самоотверженный труд ученых, проектировщиков и строителей Каракумского канала, совершивших подлинное чудо в пустыне. Большой группе строителей присуждена Ленинская премия 1965 г. Публикуем статью акад. И. П. Герасимова, недавно побывавшего на канале.*

### НЕМНОГО ИСТОРИИ

Двадцать пять лет тому назад, накануне Великой Отечественной войны, я проводил полевые экспедиционные работы на обширной территории песчаной пустыни юго-восточных Каракумов в Туркменской ССР.

Фотографии любезно переданы автору Н. П. Влазовым.

Эти работы были организованы Советом по изучению производительных сил АН СССР с целью получения научных материалов для составления планов народнохозяйственного освоения пустынных пространств Средней Азии.

Война прервала эту созидательную работу. Лишь после 1945 г. в обстановке волон-

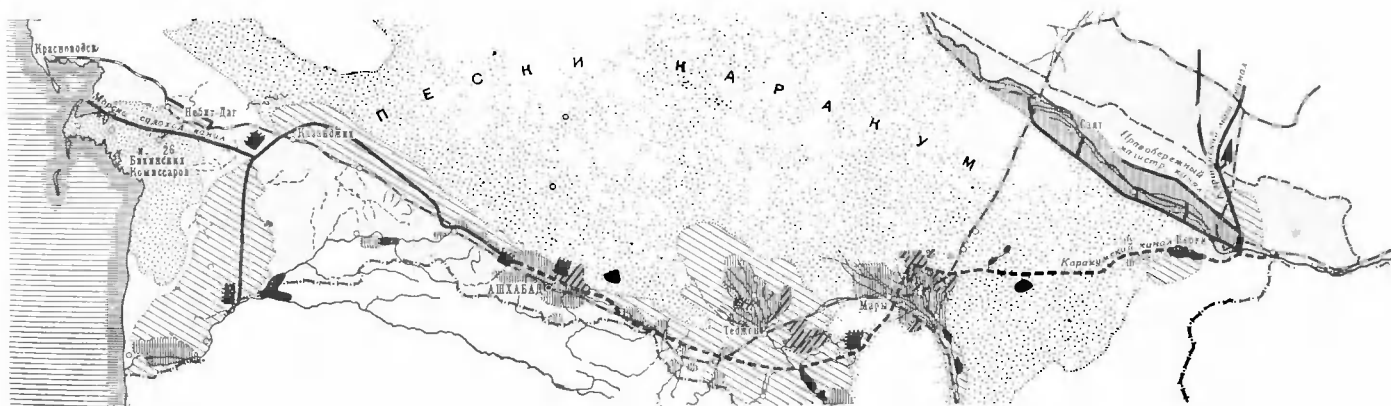


Схема Каракумского канала. Прерывистой линией показан построенный ирригационный канал, сплошной линией — проектируемые ирригационная и судоходная части канала. Прямой штриховкой обозначены земли существующего орошения, наклонной — земли, пригодные для орошения (светлой) и земли осваиваемые (темной). Тупью залиты построенные и проектируемые водохранилища

таристских решений был выдвинут проект сооружения Главного Туркменского канала. Возможность восстановить древнее соединение Аральского моря с Каспийским выглядела с точки зрения власти человека над природой весьма эффективно. Однако этот проект не был достаточно разработан и экономически обоснован. И хотя привлеченное им внимание дало возможность провести в те годы ценные научные исследования в древней впадине Сары-Камыша и по старому руслу Узоя, однако проект Главного Туркменского канала, как явно неудовлетворительный, оказался нереальным для осуществления и был похоронен.

Задолго до этого времени возник другой замысел преобразования пустынь Средней Азии при помощи сооружения Каракумского канала. Он разрабатывался параллельно с проектом Главного Туркменского канала небольшой группой местных туркменских специалистов. Этот практически целесообразный проект и был реализован: в последние годы вступило в строй замечательное инженерно-географическое сооружение —

самый длинный современный канал в пустыне, перебрасывающий речные воды Аму-Дарьи на сотни километров через пески Каракумы. Канал создал новую основу для жизни местного населения, дал мощный толчок к интенсивному развитию народного хозяйства Туркменской ССР, территории, ранее называвшейся Закаспием.

Общая идея Каракумского канала родилась почти сто лет тому назад в результате первых географических рекогносцировок в Закаспии, произведенных русскими военными географами и инженерами. Она была тесно связана с открытием цепочки солончаковых котловин (шоров), полужасыпанных бугристо-грядовыми песками, начинавшимися вблизи р. Аму-Дарьи против гор. Келифа (вблизи Афганской границы) и уходящих на северо-запад, в глубь Каракумских песков. В 1890 г. в знаменитом труде «Закаспийская низменность» акад. В. А. Обручев, производивший инженерно-геологические изыскания вдоль линии первой железной дороги в Средней Азии, показал, что цепочка Келифских «шоров» (так называемый Келифский



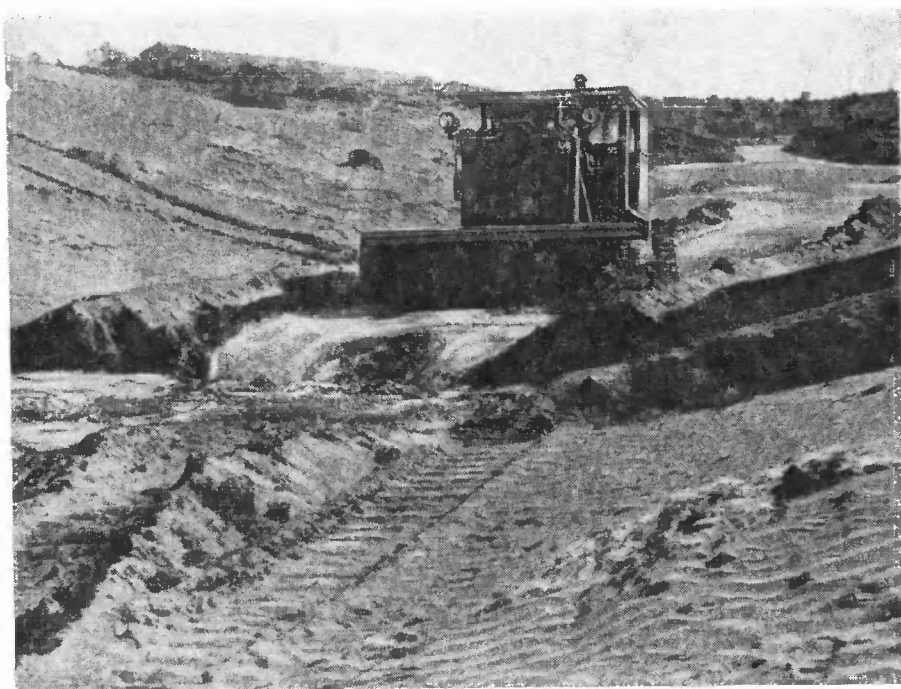
Готовая пионерная траншея, вырытая бульдозером

Узбой) представляет собой остатки древнего речного русла реки Аму-Дарьи, в геологически отдаленное время блуждавшей по территории Каракумов.

Это открытие привлекло внимание инициативных русских инженеров и предпринимателей. В 1908 г. инж. М. Н. Ермолаев опубликовал первую техническую схему использования впадин Келифского Узбоя для создания крупных водохранилищ с питанием их из Аму-Дарьи и выводом транскаракумского канала (через пески) в оазисы Мургаба и Теджена. Эта схема была основана на результатах полевых исследований, проведенных на средства Московского Биржевого Комитета. Позднее, идея использования старого русла Келифского Узбоя для развития орошения на юге Средней Азии была предметом технических разработок многих специальных экспедиций, снаряженных в этот район различными частными и государственными организациями. Однако в то время осуществить намечаемые проекты было невозможно — смелые научно-технические поиски опережали запросы и возможности буржуазного строя.

В советское время внимание к проблеме переброски амударьинской воды в Каракумы было снова привлечено работами наших крупных гидротехников — Г. К. Ризенкампа, Ф. П. Маргуненкова, А. Н. Асоченского и других. Более того, по инициативе местных строителей, в самом верхнем участке Келифского Узбоя даже был сооружен небольшой сбросный канал из Бассанга-Келифского канала, при помощи которого в 1928 г. и позднее амударьинская вода стала сбрасываться во впадины Келифского Узбоя.

В тридцатых годах предложение о строительстве Каракумского канала для пропуска амударьинских вод в Мургаб и Теджен снова привлекло внимание. Это стимулировало организацию исследований в юго-восточных Каракумах. Однако конкретной науч-

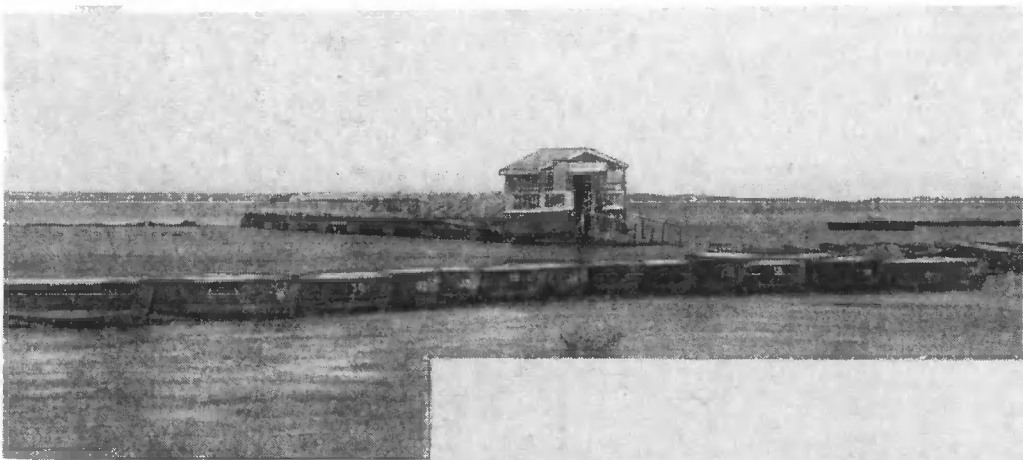


Подвод воды в пионерной траншее

но-технической разработки проекта современного Каракумского канала все же не было произведено вплоть до периода Великой Отечественной войны.

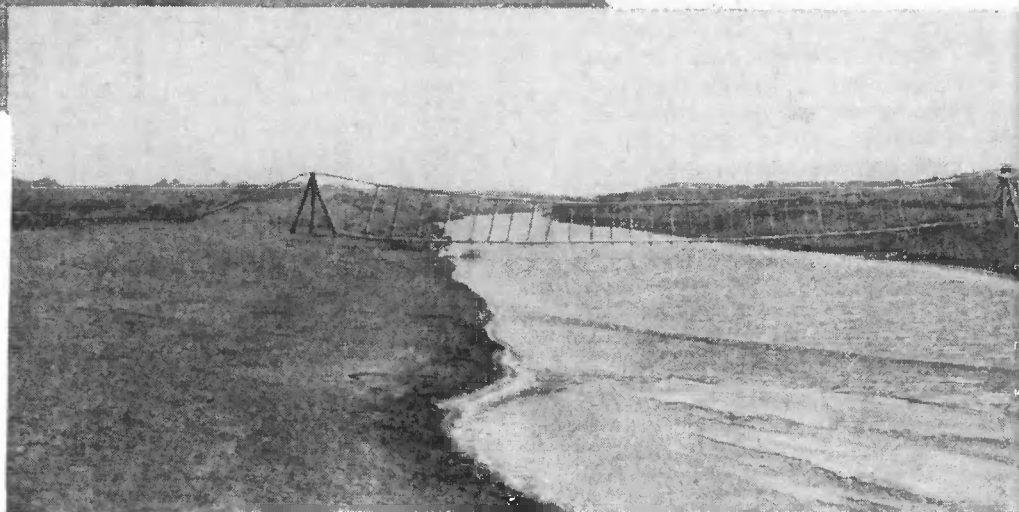
Такая разработка началась именно в трудных условиях военного времени. Группа специалистов, во главе с И. В. Болтенковым, А. Т. Морозовым и К. Н. Иомудским, на основании ранее накопленных научных материалов и новых полевых исследований, впервые наметила трассу современного Каракумского канала и дала ее технико-экономическое обоснование. Однако лишь в 1952 г. был составлен технический проект (К. Ф. Ефремов, В. С. Мищенко и др.), а в 1954 г. было принято первое решение о постройке Каракумского канала (его 1-й очереди, от Аму-Дарьи до р. Мургаба). В 1954—1955 гг. началось строительство, в котором особенно важную роль сыграли С. К. Калижнюк, В. Т. Захарченко, К. Е. Церетели, А. Г. Гельдыев, Н. П. Власов, А. Чорлиев и др. Работы велись с большим энтузиазмом и уже в 1958 г. первая амударьинская вода по созданному каналу подошла к Мургабскому оазису. В 1959 г. она спасла посевы хлопчатника, особенно пострадавшие в этом году от недостатка влаги. В 1960 г.

Лодочная приставь у  
Ашхабада  
Фото автора



Пионерный канал,  
подводящий воду в  
Ашхабад

Фото автора



вода по каналу пришла в крайне маловодную дельту р. Теджен, а в 1962 г. — в г. Ашхабад. Впервые столичный центр Туркменской Республики получил обильную речную воду для водоснабжения города, развития пригородного хозяйства и необычного для пустыни отдыха населения на пляже, в лодках и на рыбной ловле.

#### НЕСКОЛЬКО ЦИФР

Каракумский канал — это гидротехническое сооружение непрерывного действия, причем накопление (зимнее) воды в его водохранилищах дает возможность на 30—35% дополнить летнюю водоподачу. Канал имеет многоголовый водозабор, в настоящее время бесплотинный. Первая очередь канала — от р. Аму-Дарьи до р. Мургаба — имеет длину в 400 км; ее суммарный водозабор из Аму-Дарьи был рассчитан на 3,5 млрд. м<sup>3</sup> в год. На базе первой очереди было запроектировано увеличение площади орошаемых земель (в Мургабском оазисе) на 100 тыс. га. Вторая очередь — от р. Мургаб до р. Теджен

включает обширное Хаузханское водохранилище, емкостью в 435 млн. м<sup>3</sup>. Длина этой части канала — 140 км; прирост орошаемых земель был рассчитан на 60 тыс. га (главным образом в Тедженском оазисе), водозабор увеличен до 4,7 млрд. м<sup>3</sup> в год. Третья очередь — от р. Теджена до г. Ашхабада — имеет протяженность 285 км. Подача воды для нее производится за счет резервов первой и второй очереди и стока рек Мургаба и Теджена. На этой части трассы возводятся два водохранилища — Куртлинское (47 млн. м<sup>3</sup>) и Восточное (6 млн. м<sup>3</sup>). Прирост орошаемой площади здесь был намечен в размере 6 тыс. га (главным образом в Прикопетдагской полосе).

Каракумский канал по генеральному замыслу должен доходить до самых западных районов Туркмении, он будет иметь судоходный выход в Каспийское море. В зоне «командования» канала (с водоподъемом) в этом случае будет находиться до 2,3 млн. га земель, пригодных для орошения, из которых к 1980 г. может быть освоено до 1 млн. га

В этих условиях водозабор канала должен дойти до  $750 \text{ м}^3/\text{сек}$ , и более, для чего необходимо построить на Аму-Дарье плотину (близ Кизыл-аяка), расширить сечение канала и создать ряд новых водохранилищ с общей емкостью до 3 млрд.  $\text{м}^3$ .

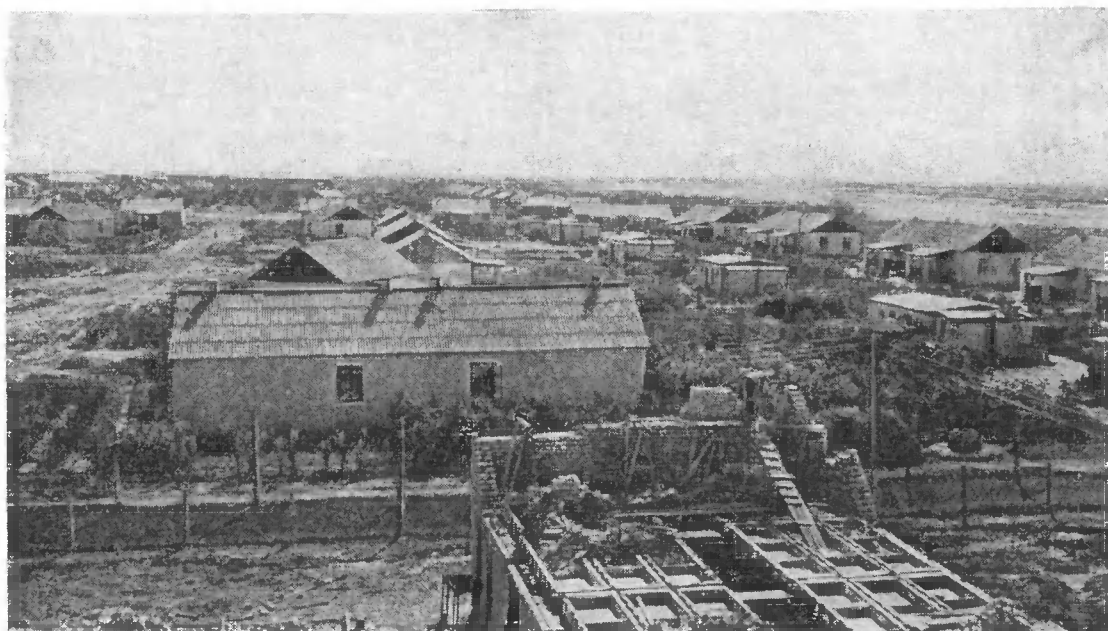
Основное назначение Каракумского канала — ирригация, хотя это, конечно, и крайне важная судоходная артерия. Кроме того, канал играет большую роль и в водоснабжении населенных пунктов, промышленных центров, животноводческих районов Каракумской пустыни. На базе первой и второй очередей канала, в Мургабском и Тедженском оазисе в настоящее время уже создан ряд хлопководческих и плодово-виноградных совхозов, число которых будет увеличиваться по мере дальнейшего освоения земель, примыкающих к трассе канала. В связи с резким повышением обеспеченности земель водой (с 40—50% до 80—90%) в Мургабском и Тедженских оазисах значительно улучшилась экономика поливных колхозных хозяйств и сюда уже переселяются некоторые новые колхозы из других, маловодных районов Туркмении (например, Сарахского).

Приход амударьинской воды в Каракумы и в подгорную полосу Копет-Дага в корне

изменил условия жизни местного туркменского населения, он дает возможность осваивать громадные новые территории пустыни.

### НЕОБЫКНОВЕННАЯ КАРТИНА

В январе месяце 1965 г. мне, в составе небольшой группы экспертов, довелось побывать на Каракумском канале, на машинах, скоростных катерах и самолетах проехать и пролететь по его трассе. Эта поездка оставила яркие впечатления, тем более что велики были изменения по сравнению с тем, что я видел здесь прежде. Вот как описывал, например, 75 лет тому назад природу этих мест В. А. Обручев: «Ограниченные длинными коренными берегами и короткими наносными, огромные впадины Келифского Узоя представляют очень однообразную и безотрадную картину; берега, невысокие сравнительно с площадью шора, почти исчезают на горизонте, и перед глазами наблюдателя остается площадь с рыхлым, сырым, глинисто-песчаным дном, покрытым белыми налетами соли, почти лишенная растительности; только кое-где видны поросли юлгала, покрывающие бугры песка, раскинутые по шору или окаймляющие окра-



Новый поселок — совхоз Каракумский, 1961 г.

ины шора...»<sup>1</sup>. Я могу засвидетельствовать, что 50 лет, отделявших наблюдения В. А. Обручева от моих, не внесли никаких существенных изменений в это описание.

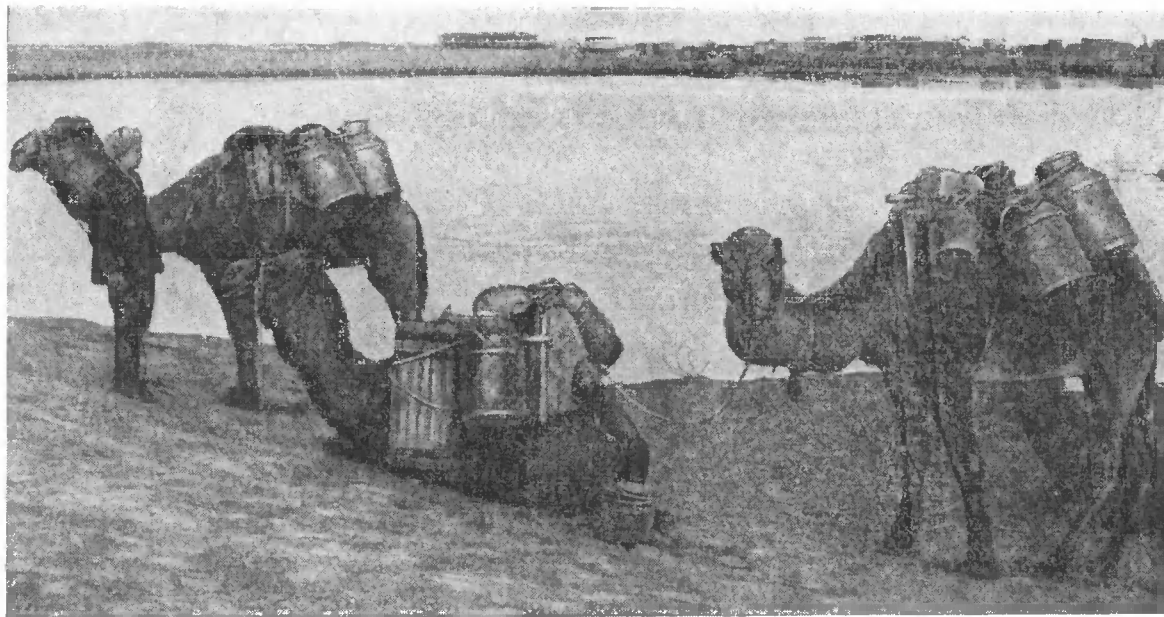
Но теперь эти места просто трудно узнать. На протяжении сотен километров, среди песчаной пустыни с грядово-холмистым рельефом или плоской поверхности древних речных дельт, протянулась сплошная полоса воды. На большей части территории Каракумский канал выглядит довольно широкой полноводной рекой. Она образует плавные излучины и окаймлена высокими песчаными береговыми грядами. Местами среди необозримой пустыни, вблизи созданного канала, раскинулись новые современного типа поселки — центры освоения новых земельных площадей. В местах, где раньше были шоры (впадины), река образует систему многоводных озер, соединенных протоками, с камышовыми зарослями по берегам. В этих замечательных ландшафтах искусственно созданной реки, есть, однако, особые черты, говорящие о больших трудностях, с которыми встретился человек при осуществлении своего смелого проекта.

Интересно, что Каракумский канал не

<sup>1</sup> В. А. Обручев. Закаспийская низменность. Избранные работы по географии Азии, т. I, 1951, стр. 106—107.

столько прорыт экскаваторами и другими механизмами, как это обычно бывает при подобном строительстве, но в значительной мере промыт самой водой. Строители канала выгодно использовали естественный уклон старого речного русла Келифского Узоя, и напор водной струи направляется по пионерной траншее, расчищенной от песка бульдозерами. Расход потока при так называемом гидросмыве постепенно возрастал. Так пионерная траншея постепенно превращалась в канал, который одновременно углублялся землесосами. Таким образом, эта часть работ по сооружению Каракумского канала была чрезвычайно остроумно организована и оказалась достаточно эффективной.

Во время строительства пришлось столкнуться и с некоторыми непредвиденными явлениями. Прежде всего это оказались процессы берегового размыва (так называемый «дегиш»), давно известные на Аму-Дарье, где они достигают огромной интенсивности. Однако на Каракумском канале, как нам рассказывали строители, борьба с «дегишами» не предусматривалась. Тем не менее эти процессы проявились и здесь с большой силой. Приходилось выяснять происхождение подобных явлений, связанных со сложными гидравлическими процессами, проис-



На канале



Вниманию ашхабадских рыболовов

Фото автора

ходящими в русле канала (особенно, на его излучинах). Опытным путем инженеры находили наиболее рациональное сечение и направление отдельных участков канала; спрямляли его проектные и естественные излучины; устраивали береговые защитные пояса. Была организована специальная служба наблюдения над «дегишом», снабженная парком необходимых механизмов для производства на ряде участков канала аварийных работ. Развернулась борьба с береговыми размывами и прорывами воды в межбарханные понижения, грозившими бесполезно поглотить, если не всю воду канала, то, во всяком случае, добрую ее часть.

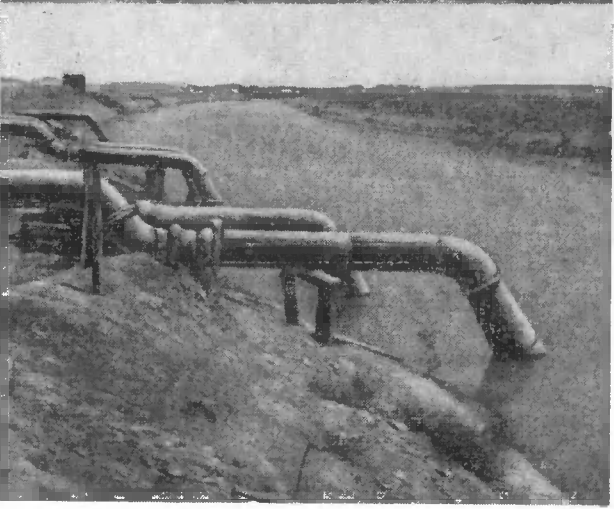
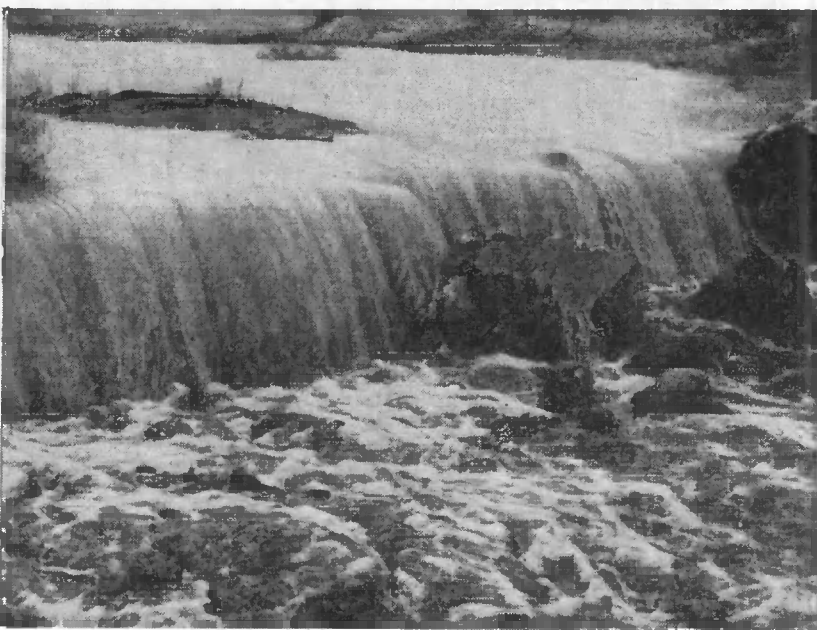
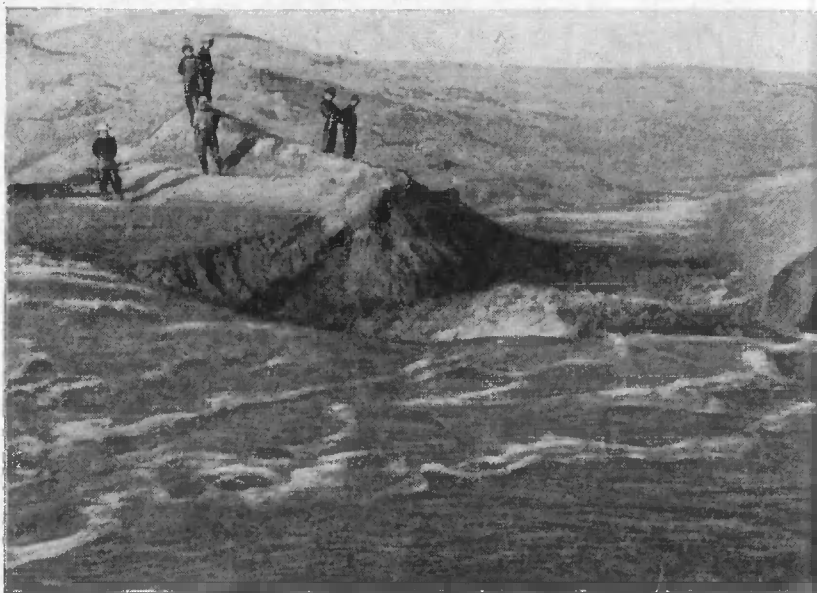
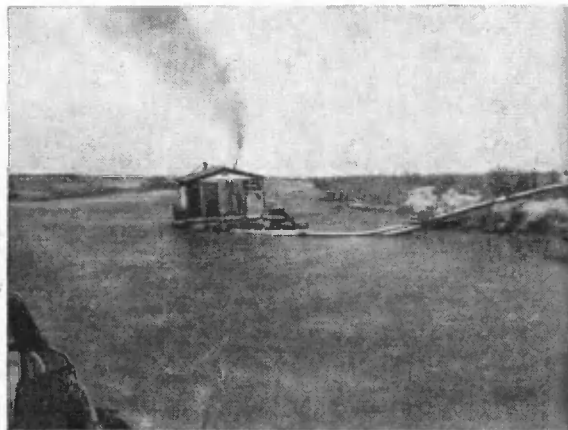
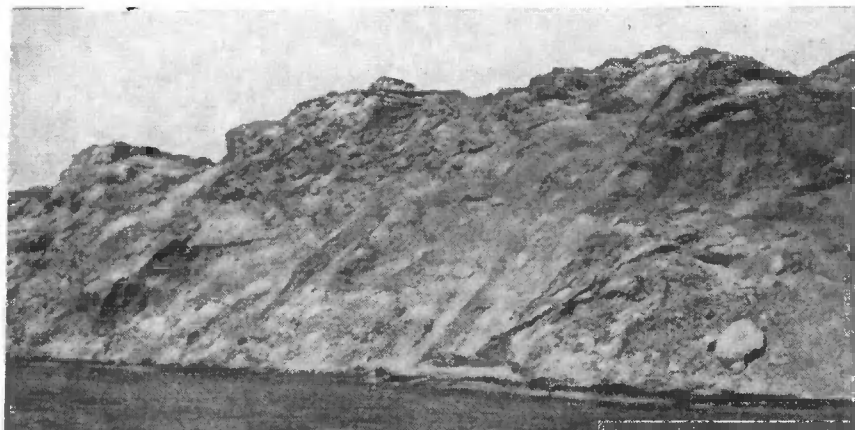
Много хлопот причинила строителям канала также борьба с подвижными, сыпучими песками, заносившими канал или нарушавшими его берега. Применять здесь защитные преграды, обычно употребляемые на среднеазиатских железных дорогах, было слишком трудоемким делом, да оно и не давало нужного эффекта. Наиболее удобным и легким оказался простой метод настилки хвороста на поверхности песка, под защитой которого в течение 2—3 лет формировался прочный естественный покров из песчаных растений — псаммофитов.

Однако в осуществлении столь смелого проекта преобразования природы Каракумов центральной проблемой оказалась фильтрация вод из русла канала. Вдоль почти всей его трассы формировалась довольно

широкая полоса фильтрационных озер и мочажин, что вызывало большие потери воды.

При помощи оригинального метода А. Т. Морозов дал очень точный прогноз процесса фильтрации вод и рассчитал потери. Кроме того, было предсказано, что при больших масштабах первоначальных потерь, размеры фильтрации на канале будут постепенно уменьшаться и стабилизироваться благодаря кольматации (т. е. повышению уровня поверхности) русла с одной стороны, и установлению гидродинамического равновесия в подземных водных куполах, образующихся под

каналом — с другой. Эти расчеты и прогнозы, в общем, вполне оправдались. Тем не менее, все же общий уровень водных потерь в зоне Каракумского канала до сих пор чрезмерно велик. Это дало основание выдвинуть предложение о необходимости одеть русло канала в бетон. Однако, помимо колоссальной стоимости этого технического мероприятия, неясна до конца его эффективность: ведь значительная часть канала проходит среди песков и озер; здесь есть угроза «дегиша», прорывов и других нежелательных явлений. Кроме того, в русле канала несомненно продолжается процесс его кольматации, естественно уменьшающий фильтрацию и особенно хорошо выраженный в верхнем бьефе (в системах Келифских озер, играющих роль отстойников). Тем не менее, большая фильтрация вод в канале, с образованием бесчисленных фильтрационных озерков и мочажин в полосе вдоль канала, настойчиво требует осуществления мероприятий по рациональному использованию фильтрационных вод. В настоящее время они не только бесполезно тратятся на испарение и транспирацию камышовой растительности, но и причиняют определенный вред (засоление низин, образование потенциальных очагов малярии и др.). Между тем, существует много различных способов эффективно использовать увлажненные понижения, расположенные вдоль трассы канала, например, для культуры риса, фруктово-



Различные стадии строительства Каракумского канала. Незакрепленная дамба, подверженная действию ветра и подмыва (*вверху, слева*); углубление канала землесосами (*вверху, справа*); строительство пионерной траншеи (*в середине, слева*); гидросмыв, разработка «пионерки» (*в середине, справа*), водозабор в районе совхоза Каракумский (*внизу, слева*), разработка канала после «пионерки» (*внизу, справа*)

ягодных насаждений, бахчей, посадок леса и т. д. Но пока еще в этом направлении сделано очень мало.

Большие трудности были связаны с прохождением Каракумского канала через оазисные районы. Как это ни странно на первый взгляд, но амударьинская вода пришла в Мургабский и Тедженский оазисы неожиданно. Многие местные организации просто не верили в столь быстрый успех строительства и поэтому плохо подготовились к приему «большой» воды. Кроме того, общие физико-географические особенности оазисных районов Мургаба и Теджена и их современное мелиоративное состояние существенно усложняли эту задачу. Оба оазиса — это пустынные, так называемые субаэральные дельты с весьма слабым естественным дренажем вод; повышенным уровнем грунтовых вод и низким коэффициентом использования орошаемых земель. Последнее обстоятельство и позволяло до известной степени преодолевать ущерб от развития здесь вторичного засоления орошаемых земель без устройства дренажа (путем промывок и переложного использования земель). Оба эти оазиса, и, особенно, Тедженский, систематически страдали от маловодных лет (вплоть до безводных катастроф, при которых местное население покидало оазисы). Появление в этих условиях «большой» и постоянной воды было событием огромной важности. Декханское население оазисов стремительно бросилось использовать эту воду в ранее существовавшей оросительной сети, и в быстро созданных новых водозаборных системах. Общая продуктивность сельского хозяйства района стала быстро возрастать. Однако вскоре не замедлили проявиться и серьезные неблагоприятные последствия столь стихийного использования воды.

Каракумский канал пересек Мургабский оазис в средней его части и прошел выше основной части Тедженского оазиса. В дельте р. Мургаба он перерезал естественный грунтовый поток и несколько «подпер» его в верхней, южной части оазиса. Значительное увеличение оросительной воды на всей «подкомандной» оазисной территории Мургаба и Теджена и повышение коэффициента земельного использования увеличило общее поступление влаги в почву, что при отсутствии дренажа, привело к переувлажнению почвенно-грунтовой толщи, повышению уровня грунтовых вод и усилению процессов вторичного засоления на многих площадях

из староорошаемых районов. Нависла угроза существенного ухудшения условий поливного земледелия. Надо было принимать быстрые и решительные меры к радикальному улучшению мелиоративной обстановки этих районов. Так, на землях старого орошения, и во вновь осваиваемых районах Мургаба и Теджена в настоящее время строится современная инженерная оросительная сеть (в бетонных лотках) и сооружается горизонтальный дренаж различного типа. Основная часть подобного строительства проводится в связи с организацией новых совхозов. Совершенно ясно, что всю эту сложную и трудоемкую работу (в известной степени запаздывающую) необходимо быстро форсировать. Правда, сейчас еще недостаточно основательно разработаны научные основы и практические приемы надежного управления водным балансом орошаемой территории вдоль трассы Каракумского канала. Мелиоративная наука в этом отношении оказалась в большом долгу перед практикой.

Несомненно, физико-географические условия Прикопетдагской полосы «подкомандной» Каракумскому каналу, с мелиоративной точки зрения — значительно более благоприятны для предстоящего ирригационного освоения. Здесь более значительны естественные уклоны местности и естественный дренаж, особенно в подгорной полосе, куда вода из канала будет частично подаваться путем подъема. Однако, и в этой полосе, где уже сейчас развивается орошаемое земледелие, есть свои трудности, связанные с особенностями природных условий, их необходимо преодолеть. Прежде всего, это защита трассы Каракумского канала и орошаемых площадей от разрушительных селевых потоков, стекающих с гор Копет-Дага, а также рациональные методы освоения плотных такыровых почв, которые занимают здесь значительные площади, особенно удобные для самотечного орошения.

\* \* \*

Сооружение Каракумского канала поставило перед строителями и особенно эксплуатационниками ряд крупных и пока еще не решенных научно-технических проблем. Можно сказать, что наша географическая наука оказывалась не всегда подготовленной к ответу на многие вопросы о методах наиболее эффективного ирригационного освоения пустынных земель. Так, ко времени начала строительства оказался не разрабо-

тавным вопрос о том, сколько же воды мы сможем взять из Аму-Дарьи для питания Каракумского канала и что произойдет в результате смелого инженерно-технического восстановления прежнего течения Аму-Дарьи по низменным Каракумам, с общим водным балансом Средней Азии, Аральского моря, подземным стоком Копет-Дага и другими сложившимися природными балансами и равновесиями. Все это приходилось решать в процессе работы. И мы не можем сейчас не сделать важных выводов из практики строительства крупнейшего в мире канала в пустыне.

Преобразование природы — дело нелегкое. Оно требует всемерного расширения научно-исследовательских работ, направленных на дальнейшие поиски наиболее эффек-

тивных путей преобразования природы нашей страны и прогноз ее изменений, вызванных огромным размахом современного технического строительства. Именно эти — крайне актуальные, ответственные и, вместе с тем, увлекательные задачи стоят сейчас перед советской географией на современном этапе ее развития. Для своего успешного разрешения они потребуют полной мобилизации сил географов, вооружения их новыми подходами и методами. Перед географической наукой открываются безграничные перспективы дальнейшего развития. Обо всем этом ясно говорит замечательный опыт сооружения Каракумского канала.

*Академик И. П. Герасимов*

УДК 626.822



## ЛЕС И ДОЛГОЛЕТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Изд-во «Лесная промышленность», 1964, 84 стр., ц. 18 коп.

Леса, кроме других полезных факторов, имеют исключительно важное эстетическое и лечебное значение. Поэтому советские геронтологи и гериатры в поисках средств регулирования среды в крупных масштабах все больше внимания обращают на лесные просторы нашей Родины. За последние годы этому вопросу были посвящены три конференции, основные материалы которых собраны в небольшой интересной книжке.

Число лиц пожилого и старческого возраста в СССР за последние 20 лет увеличилось в 1,5 раза, несмотря на последствия Великой Отечественной войны. По числу лиц в возрасте 100 лет и выше Советский Союз занимает первое место в мире. Таких долгожителей у нас зарегистрировано

21 708 человек. Что нужно делать, чтобы их было больше, как бороться с преждевременной старостью? Эта задача приобрела в нашей стране общегосударственное значение и должна решаться комплексно.

Старение в значительной мере начинается из-за недостатка кислорода в организме. Между тем за последние годы, пишет проф. В. Г. Нестеров, недостаток лесовозобновления приводит к снижению в воздухе доли активных его форм и высокодейственных изотопов. По этой причине, а также в связи с развитием промышленности за последние 15—20 лет содержание углекислого газа увеличилось на 10—15%. Во многих городах воздух осквернен сернистым газом, фтористым и другими вредными газами. В статье приводятся примерные нормы загородных лесонасаждений, необходимых для человека (площадь зеленых зон на одного трудящегося должна составлять 100—150 м<sup>2</sup>, городских насаждений 10—15 м<sup>2</sup>), а также лечебная система лесных изоляторов для

борьбы с усыханием лесонасаждений.

Большое внимание уделено в сборнике вопросам борьбы с кислородным голоданием и профилактикой кислородной недостаточности. По мнению Ю. П. Фролова, следует широко применять дыхательную гимнастику. Борьбе со старостью, подчеркивает В. В. Ефимов, помогают также труд на свежем воздухе, физкультура, вдыхание чистого кислорода и введение очищенного кислорода в венозную кровь, прием веществ, увеличивающих внутриклеточное дыхание, сон на открытом воздухе, поддержание нормального веса тела (предотвращение тучности).

Читатель получит представление о современных тенденциях паркового строительства в связи с генеральным планом реконструкции столицы. В книжке публикуется интересный доклад В. Г. Нестерова «Общая теория долголетия природных систем в аспекте кибернетики».

*Я. М. Гиневский*  
Москва

## ФОРУМ ХИМИКОВ УЧЕНЫХ И ПРАКТИКОВ

### IX МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД

*Очередной IX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии проходил в Киеве с 24 по 29 мая 1965 г. Он был посвящен научным проблемам химизации сельского хозяйства, использованию достижений химии в здравоохранении и производстве пищевых продуктов. В работах съезда приняли участие 2200 делегатов, представляющих 120 тыс. членов Менделеевского общества. Среди участников съезда 200 академиков и членов-корреспондентов Академии наук СССР и Академий союзных республик, около 400 профессоров и других работников высшей школы, руководители предприятий химической, фармацевтической, пищевой промышленности, научные работники, инженеры, техники, гости из ряда социалистических стран.*

Открыл съезд и затем выступил с докладом «Химия и материально-техническая база коммунизма» председатель Оргкомитета съезда акад. Н. М. Жаворонков.

В качестве главной экономической задачи партии и народа, говорит докладчик, XXII съезд КПСС поставил задачу создания материально-технической базы коммунизма. Взятый партией курс на ускоренное развитие химической промышленности и химизацию народного хозяйства начинает уже приносить свои плоды. За последние 6 лет валовая продукция химии выросла более чем в два раза, в том числе производство минеральных удобрений поднялось с 12,4 до 25,6 млн. т, химических средств защиты растений увеличилось в 3,5 раза. Ввод мощностей по многим химическим производствам в нынешнем году обеспечит достижение показателей, предусмотренных семилетним планом.

На цифрах и фактах акад. Н. М. Жаворонков показал, какими быстрыми темпами развивается в стране выпуск органических полимеров и на их основе, синтетических материалов — смол и пластических масс, вспомогательных веществ — растворителей, пластификаторов, ускорителей полимеризации и многих других. Докладчик подчеркнул необходимость расширить исследования в области неорганической химии — химии ред-

ких и переходных элементов, лантанидов и актинидов, химии легких элементов, цветных и благородных металлов, силикатов и алюмосиликатов.

Значительное место в докладе уделено вопросам использования достижений химической науки для повышения продовольственных ресурсов страны, в частности, увеличения производства зерна, мяса, молока и других продуктов сельского хозяйства. Решение этой задачи обеспечит химизация земледелия и животноводства. Важное значение имеют поиски химических веществ, вызывающих направленные мутации, и применение химических средств селекции сельскохозяйственных растений для создания новых высокоурожайных сортов.

С докладом «Проблемы синтетических пищевых средств» выступил на съезде акад. А. Н. Несмеянов. Производство сельскохозяйственных продуктов, сказал он, нуждается во всемерной помощи науки, в частности химии, и к этому наша партия неоднократно призывала ученых. Как известно, благодаря успехам химии уже не существует принципиальных трудностей для синтеза любых органических соединений. Начинает развиваться и новое направление в химии — разработка методов синтеза пищевых веществ. (Статья акад. А. Н. Несмеянова и В. М. Бе-

ликова на тему, изложенную в докладе, будет опубликована в ближайшем номере «Природы»).

О путях химии в познании явлений жизни рассказал в своем докладе акад. В. А. Энгельгардт. Молекулярная биология, изучающая проявления жизнедеятельности на уровне молекул, стала ведущей областью современного экспериментального изучения загадок явлений жизни. Докладчик подробно изложил новейшие принципы в изучении характерных черт жизнедеятельности организма. Синтез первого белка — инсулина, сказал он, потребовал от исследователей трех лет кропотливого труда. Тот же процесс в живой клетке совершается всего за 2—3 секунды. Такова разница в скоростях между синтезом химическим и биологическим. Есть над чем задуматься химикам и физикам, работающим в области теории каталитических процессов: нельзя ли позаимствовать у живой природы указания для разработки новых, небывалой эффективности катализаторов для использования их в химических процессах.

Недавно ученым, сообщил акад. В. А. Энгельгардт, впервые удалось раскрыть полную первичную структуру одной из нуклеиновых кислот — аланиновой транспортной РНК<sup>1</sup>. Значение этого открытия знаменует собой начало новой эры в химических подходах к загадкам жизни. В настоящее время ведется усиленный поиск для раскрытия тайн других нуклеиновых кислот — «кирпичиков» белкового вещества.

В докладе «Современные проблемы биоорганической химии» акад. М. М. Шемякин отметил исключительно важное значение этой отрасли знаний, изучающей химию природных и синтетических веществ в тесной связи с их физиологической функцией, стремящейся раскрыть физико-химическую сущность жизненных процессов и их регулирование в организме. Все большее число крупнейших химиков, физиков, биологов различных стран направляют свои усилия в эту отрасль науки. Около 60% работ по органической химии ведется сейчас в сфере биоорганической химии.

Докладчик подробно охарактеризовал отдельные типы природных соединений, в частности, биополимеры, рассказал о том, как глубокое познание их строения и свойств позволяет проникать в глубь важнейших для

науки жизненных явлений. При этом особый интерес, подчеркнул акад. М. М. Шемякин, представляют биополимеры — регуляторы биохимических процессов, способные избирательно усиливать или подавлять отдельные функции в живом организме. Достижения в этой области привели к созданию большого числа лекарственных средств, широко применяемых в медицине, а также препаратов, оказывающих ценную услугу животноводству и растениеводству. Задача ближайшего будущего биоорганической химии — решение проблем большой практической значимости: лечение наиболее опасных заболеваний человека (рак, лучевая болезнь, расстройство сердечно-сосудистой системы, нервные и психические расстройства).

Другой круг вопросов — это стимулирование и направленное регулирование роста, развития животных и растений, их защита.

Чтобы решить эти задачи, говорит акад. М. М. Шемякин, необходимо расширить исследование и синтез новых высокоэффективных гормонов, фитогормонов, ростовых веществ, антибиотиков, гербицидов, инсектицидов, дефолиантов и многих других веществ. Совместные усилия ученых биоорганической химии и биохимии приведут к новым крупным открытиям на пути познания и направленного регулирования жизненных процессов, окажут большую помощь народному хозяйству.

В докладе «Микроэлементы и задачи науки» акад. А. П. Виноградов отметил, что всего лишь около полувека назад в биологии появилось представление о микроэлементах, находящихся в организмах и почвах. Однако за это время накопился огромный материал. В результате научных исследований проблема микроэлементов приобрела большое практическое значение: широко используются удобрения с микроэлементами, практикуется подкормка животных питательными смесями, содержащими микроэлементы.

Выступая с докладом «Проблема производства удобрений», акад. С. И. Вольфович подчеркнул, что еще Д. И. Менделеев поставил задачу широкого использования химии для подъема сельского хозяйства и проводил опыты по агрохимии и удобрениям. Докладчик показывает, насколько выросло производство минеральных удобрений в нашей стране, говорит о расширившемся ассортименте удобрений: теперь мы в больших количествах производим двойной, обогащенный и аммонизированный суперфосфат, аммофос, обесфторенный фосфат, борно-дали-

<sup>1</sup> См. стр. 75—78.

товые и другие микроудобрения. Освоено производство фосфора и фосфорной кислоты, синтетической мочевины, аммиака, флотационное обогащение калийных солей и фосфатов, осуществлен переход на выпуск концентрированных и комплексных удобрений.

Для прогресса в области производства и применения удобрений большое значение имели выполненные в последние годы физические и физико-химические исследования обмена веществ в растениях. Докладчик подчеркивает, что применение радиоактивных и стабильных изотопов фосфора, азота, углерода, кальция, железа и некоторых других элементов внесло существенные изменения в представления о скорости и степени усвоения питательных элементов, о процессах, происходящих в почвах и растениях, о роли не изученных до последнего времени элементов в регулировании жизненных процессов. Исследования показали, что степень усвоения фосфора из удобрений во многих случаях значительно выше, чем это считалось ранее, а некоторые почвы, на которых длительное время применялись удобрения, содержат фосфора больше, чем это требуется.

Доклад об основных проблемах агрономической химии представили съезду ученые П. А. Власюк, П. А. Дмитренко, А. В. Лазурский, П. Г. Найдин, Я. В. Пейве, А. В. Соколов (доклад прочитал акад. АН УССР П. А. Власюк). Современным химическим средствам защиты растений от вредителей посвятил свой доклад академик АН УССР В. П. Васильев. С докладом «Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства» выступил проф. А. А. Ничипорович. Актуальные вопросы были подняты в докладах акад. А. И. Опарина «Задачи биохимии в пищевой промышленности» и проф. Н. А. Шманенкова о современных проблемах химизации животноводства.

На пленарном заседании съезда 24 мая Председатель Центрального правления Всесоюзного химического общества Д. И. Менделеева акад. С. И. Вольфович от имени Президиума АН СССР и Президиума Всесоюзного химического общества вручил академику АН УССР А. В. Кирсанову Золотую медаль имени Д. И. Менделеева. Акад. А. В. Кирсанов—первый ее лауреат, он удостоен этой чести за серию работ по химии фосфор- и сераорганических соединений<sup>1</sup>.

Тепло встреченный делегатами А. В. Кир-

санов выступил на съезде с докладом о современном состоянии и задачах синтеза фосфорорганических соединений для медицины и сельского хозяйства. Он рассказал о работах в этой области, которые велись в последние годы в Институте органической химии АН УССР. В ходе исследований была найдена новая реакция, позволяющая получать с отличными выходами фосфорсодержащие соединения нового типа. Их назвали фосфазосоединениями. Эти соединения уже нашли применение в качестве ядохимикатов в борьбе с вредителями и болезнями растений и в качестве ценных лекарственных веществ. Они широко применяются также в технологии тяжелых металлов, являются хорошими добавками к смазочным маслам, служат основой для негорючих синтетических материалов.

\* \* \*

На съезде работали 9 секций и симпозиум по высшему химическому, химико-технологическому и агрохимическому образованию, на которых участники съезда заслушали и обсудили свыше 700 докладов.

Многолюдными были заседания секций агрономической химии, химических средств регулирования роста и защиты растений, химизации животноводства. Были обсуждены конкретные мероприятия, направленные на осуществление решений мартовского (1965 г.) пленума ЦК КПСС по увеличению урожайности колхозных и совхозных полей и подъему животноводства.

Большой интерес у участников съезда вызвала работа секции химии и технологии лекарственных веществ. На ее заседаниях шла речь о поисках новых эффективных лекарственных препаратов, разработке и совершенствованию технологии производства лекарств для лечения сердечно-сосудистых, нервно-психических и инфекционных заболеваний. Отдельно была выделена проблема химиотерапии рака.

О размахе исследований в области химии и технологии лекарственных препаратов говорит хотя бы тот факт, что в секцию поступило около 240 сообщений о новых изысканиях (было заслушано и обсуждено 86 сообщений).

Развитие науки открыло новые богатейшие источники, из которых человек путем синтеза и биосинтеза может черпать продукты питания. Так получают теперь, например, белково-витаминные концентраты (БВК). Этим и многим другим важным вопросам

<sup>1</sup> См. «Природа», 1965, № 4, стр. 8.

была посвящена работа секции химии и технологии пищевых продуктов. Большой интерес, в частности, вызвало сообщение сотрудника Всесоюзного научно-исследовательского института биосинтеза белковых веществ С. В. Чепига, рассказавшего о получении из непищевого сырья белковых кормовых дрожжей. С большим оживлением обсуждался доклад Б. Ф. Уставщикова (Ярославский технологический институт) о разработке нового непрерывного метода синтеза никотиновой кислоты — ценного продукта для пищевой, фармацевтической и других отраслей.

С интересом были заслушаны доклады научных сотрудников Института элементо-органических соединений АН СССР В. М. Беликова, С. Д. Соколова и Н. М. Найденовой об изучении реакций, обуславливающих возникновение запахов, имитирующих мясные и рыбные продукты. Это направление открывает большие перспективы перед пищевой промышленностью.

На секции обсуждались также процессы производства вина, чая и табака. Всеобщее внимание привлек доклад проф. М. А. Бокучава (Институт биохимии им. А. Н. Баха АН СССР) и Г. Н. Прудзе (Всесоюзный научно-исследовательский институт чайной промышленности) об изыскании природных безвредных растительных красителей. Ими разработано получение препаратов чайных красителей желтого, коричневого и зеленого цветов. Эти препараты в виде сухого порошка целиком растворяются в воде и содержат очень ценный витамин Р, аминокислоты и другие биологически активные вещества. Применение таких красителей в кондитерском производстве улучшит вид выпускаемых из-

делий. Разработан также способ получения целиком растворимого чая — зеленого и черного.

О букетистых веществах шампанского, дубильных компонентах какао-бобов доложили на секции молодые ученые Л. А. Яшина, А. К. Родопуло, Г. Д. Селезнева

На заседаниях секции аналитической химии оживленно обсуждались вопросы химического анализа овощей, фруктов и жидких пищевых продуктов. Научные сотрудники Куйбышевского медицинского института В. И. Баталин, В. П. Митяева и Е. И. Никитина предложили оригинальный метод определения самых малых доз ДДТ в плодах при помощи хроматографии. Сотрудники Молдавского научно-исследовательского института пищевой промышленности Б. В. Липис, Н. Х. Грипберг и Т. А. Мануйлова доложили о вновь разработанном способе определения этилового спирта во фруктовых соках, винах, барде. Оригинально сконструированный несложный хроматограф позволяет производить анализ во много раз дешевле и быстрее, всего за 8—20 минут.

\* \* \*

Широкий обмен опытом научных исследований по актуальным проблемам химии позволил участникам IX Менделеевского съезда наметить конкретные рекомендации в области дальнейшей химизации сельского хозяйства и использования достижений химии в здравоохранении и производстве пищевых продуктов. Вместе с тем, съезд послужил превосходной школой для большой армии химиков, источником зарождения новых идей, толчком для новых важных исследований.



Л. В. Метлицкий  
БИОХИМИЯ НА СТРАЖЕ  
УРОЖАЯ

Изд-во «Наука» (научно-популярная серия), 1965, 184 стр., ц. 28 коп.

Сравнительно молодая наука — биохимия за последние годы достигла выдающихся успехов. Новое толкование получили даже

многие из тех положений, которые еще совсем недавно казались незбылемыми.

В книге проф. Л. В. Метлицкого изложена на современном уровне знаний общая характеристика основных веществ, входящих в состав растительной клетки, и их превращений при хранении урожая. Эти превращения, представляющие собой сложные физиолого-химические процессы, регулируются целой системой различных биологических катализаторов-ферментов, нарушения в которой могут вызывать ослабление устойчивости растительных тканей к инфекционным и физиологическим болезням, и переход

клубней, луковиц, плодов из состояния покоя к активному росту и перезреванию.

В популярной форме автор убедительно показывает, как при помощи различных физических и химических средств можно успешно управлять этими процессами и защитить собранный урожай при хранении. При этом в специальной главе рассказывается об особенностях хранения наиболее распространенных видов овощей и плодов: картофеля, капусты, лука, моркови, яблок, цитрусовых.

Книга снабжена большим числом иллюстраций; она будет полезной для большого круга читателей.

# РАСШИФРОВАНА СТРУКТУРА АЛАНИНОВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РНК



*В мартовском (1965 г.) номере журнала «Science» опубликована статья американских исследователей Холли, Ангара, Эверета, Мэдисона, Маркизи, Мерил, Пенсвика и Замир под заглавием «Структура рибонуклеиновой кислоты». В ней приведена полная первичная структура (последовательность нуклеотидов) аланиновой транспортной РНК пекарских дрожжей. Эта публикация вызвала настоящую сенсацию в научных кругах и широкой прессе. Расшифровку первичной структуры аланиновой тРНК по своему значению можно сравнить с установлением аминокислотной последовательности инсулина. Тогда впервые была установлена структура относительно простого белка, теперь то же сделано в отношении одной из нуклеиновых кислот.*

Транспортные РНК отличаются от других нуклеиновых кислот своим низким молекулярным весом — он равен приблизительно 25 000 — и, соответственно, сравнительно небольшой длиной полинуклеотидной цепи, состоящей примерно из 80 нуклеотидных остатков. Представители этого класса нуклеиновых кислот выглядят пигмеями по сравнению с высокополимерными РНК, молекулярный вес которых достигает нескольких миллионов, и, в особенности с ДНК, где в качестве единицы исчисления приходится брать даже десятки миллионов. Определение нуклеотидного состава тРНК всегда считали неизмеримо более простой задачей, чем высокополимерной РНК и ДНК.

В тРНК содержатся своеобразные, так называемые, минорные нуклеотиды: псевдоуридиловая кислота, метилированные адениловые, гуаниловые, цитидиловые и уридиловые кислоты, инозиновая, дигидроуридиловая кислота и др. Одно из главных затруднений при структурном анализе нуклеиновых кислот, как это ни странно на первый взгляд, — простота или, лучше сказать, монотонность их строения. Способ определения первичной структуры нуклеиновых кислот, применяемый в большинстве лабораторий, в общем аналогичен методу определения аминокислотной последовательности белков. Сначала исходную молекулу полимера с помощью фермента или химического агента расщепляют на осколки (блоки), в которых определяют состав и последовательность мономерных единиц (нуклеотидов или соот-

ветственно аминокислот). Применяя несколько различных способов расщепления, например, разные ферменты, получают перекрывающиеся между собой блоки и с их помощью реконструируют исходную молекулу полимера.

Одно из необходимых условий успешности этого метода заключается в индивидуальности получаемых при расщеплении полимера фрагментов — чем менее они будут сходны между собой, тем легче удастся реконструировать исходную молекулу. Белки выгодны тем, что их молекулы образованы по крайней мере 20 существенно различающимися по своему строению аминокислотами и, наоборот, нуклеиновые кислоты являются трудным объектом исследования, поскольку их молекулы в основном образованы 4 видами нуклеотидов с очень сходной химической структурой.

Среди нуклеиновых кислот тРНК выделяется высоким содержанием минорных нуклеотидов в расчете на 100 мономерных единиц: так, содержание псевдоуридиловой кислоты составляет две-четыре молекулы на одну молекулу тРНК, метилированных производных — четыре-пять молекул. Это обстоятельство в свое время сыграло роль в выборе тРНК как объекта исследования и было успешно использовано при анализе.

Исключительно важное значение имело обстоятельство совершенно иного плана. Определение первичной структуры биополимера (как и каждого химического вещества) возможно только в том случае, если иссле-

Многочисленные исследования давно и с полной отчетливостью показали, что высоко очищенные препараты тРНК могут быть получены применением самых различных препаративных методов: противоточного распределения, ионообменной и распределительной хроматографии, использования химической модификации тРНК, например, окисления или образования полипептидил-тРНК и проч. Было испробовано множество методов, многие из них оказались эффективными, но считанное число было практически использовано для получения больших количеств гомогенных тРНК. Все сказанное объясняет, почему именно тРНК стали объектом изучения раньше других нуклеиновых кислот.

Изучением нуклеотидной последовательности тРНК занимаются поэтому немногие исследовательские группы Европы и Америки: группы Холли, Кантони, Ингрэма, Берга (США), Цахау (ФРГ), Штеели (Швейцария). В Советском Союзе работа ведется в Институте радиационной и физико-химической биологии, Институте химии природных соединений АН СССР и Институте органической химии СО АН СССР.

Первые публикации Холли по тРНК относятся к 1959 г. В то время он с группой сотрудников занимался выделением гомогенных тРНК при помощи противоточного распределения. Для этого была использована система растворителей, описанная впервые в 1958 г. Уорнером и Веймбергом (она состоит из изопропанола, формамида и фосфатного буфера). Первоначальная система растворителей впоследствии претерпела некоторые, второстепенного характера, изменения. В работе, о которой сейчас идет речь, выделение аланиновой тРНК не опи-

сано, дана лишь ссылка на более раннюю работу Апгара, Холли и Мерил (1962 г.).

Если процедура противотока не была изменена, то он состоял из трех последовательных ступеней по 200, 630 и 875 переносов. В работе Апгара и др. указывалось, что полученный таким способом препарат аланиновой ТРНК не акцентировал ни одной аминокислоты, кроме аланина, хотя его

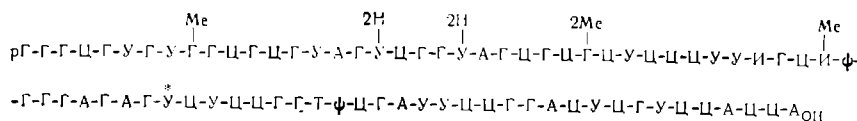


Рис. 1. Первичная структура аланиновой тРНК по Холли и др.: А, Г, У, Ц — соответственно остатки адениловой, гуаниловой, уридиловой и цитидиловой кислоты; Ψ — псевдоуридиловая кислота; MeГ — метилгуаниловая кислота; 2MeГ — диметилгуаниловая кислота; И — инозиновая кислота; MeИ — метилинозиновая кислота, 2НУ — дигидроуридиловая кислота; Т — тимидиловая кислота; ... АОН — адениловый остаток акцепторного конца молекулы; рГ... — неакцепторный конец молекулы. Символы фосфатного остатка всюду опущены, за исключением конечного.

акцепторная активность составляла только 22 миллимикромоль аминокислоты на 1 мг тРНК, что соответствовало 66% чистоты (100%, по мнению авторов, соответствует 33 миллимикромоль на 1 мг тРНК). В общем, авторы считали полученный ими препарат аланиновой тРНК гомогенным; таковым он, видимо, и был в действительности. Низкая активность препарата зависела от повреждения акцепторного конца молекулы.

Для расщепления тРНК на олигонуклеотидные блоки Холли и др. пользовались пиримидил-рибонуклеазой (панкреатической) и гуанил-рибонуклеазой (РНКаза  $T_1$ ), полученной от фирмы Санкио (Токио, Япония). На первых этапах работы проводили исчерпывающий ферментативный гидролиз аланиновой тРНК и делили олигонуклеотиды ионообменной хроматографией, частично при помощи хроматографии на бумаге. В этих методах было мало оригинального — вероятно, не больше того, что вносит каждый исследователь, воспроизводя описанную в литературе методику.

Подлинной находкой Холли и его группы был разработанный ими способ неполного расщепления тРНК с помощью гуанил-рибонуклеазы. Оказалось, что при уменьшении количества вносимого фермента, понижении температуры, при которой проводят инкубацию, и времени воздействия фермента удается получить крупные фрагменты аланиновой тРНК. Они образуются потому, что в неблагоприятных условиях (малая концентрация фермента, пониженная температура, короткий срок инкубации) происходит расщепление не всех доступных связей, а лишь некоторых, наиболее податливых действию гуанил-рибонуклеазы. Но это можно считать вполне естественным, поразительно другое. Расщепляющий фермент действует, вообще говоря, статистически, т. е. он из доступных ему связей атакует в одной молекуле субстрата связь (назовем ее условно) *a*, в другой молекуле *б*, в третьей — *в* и т. д. Вследствие этого, даже при строго стандартных условиях реакции, получают разнородную смесь продуктов расщепления, анализ которых сложен и часто неосуществим. Вопреки этим, вполне обоснованным опасениям, гуанил-рибонукле-

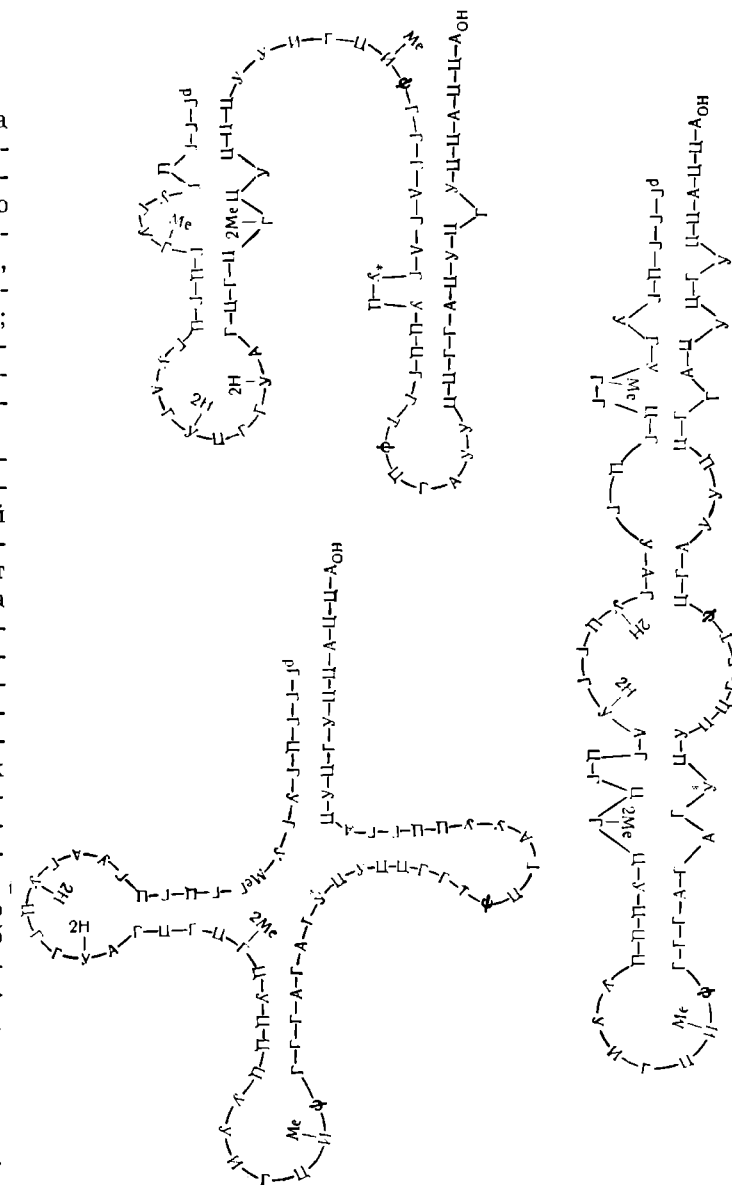


Рис. 2. Три возможные конформации молекулы аланиновой тРНК

аза давала достаточно однородные продукты расщепления, которые можно было разделить и идентифицировать. Вершиной возможностей этого метода было воспроизводимое расщепление молекул аланиновой тРНК точно на две половины, описанное в работе Пенсвика и Холли. Это означало, что в молекуле аланиновой тРНК существует одна единственная связь, которая доступна действию гуанил-рибонуклеазы в условиях, когда остальные 75 связей не гидролизуются.

Варьируя условия инкубации, действием одного единственного фермента Холли и его сотрудники получили набор перекрываю-

шихся фрагментов молекулы аланиновой тРНК, что составляет предпосылку успешного анализа нуклеотидной последовательности и до сих пор считалось задачей трудно разрешимой. Идентификацию больших фрагментов аланиновой тРНК проводили простым и остроумным способом: выделенные олигонуклеотиды подвергали исчерпывающему гидролизу той же гуанил-рибонуклеазой и продукты расщепления снова разделяли на колонке. Идентифицировать их было относительно легко, так как эта работа была проделана предварительно на полных гидролизатах аланиновой тРНК. Большая часть олигонуклеотидов, найденных в гуанил-рибонуклеазном гидролизате, присутствует в аланиновой тРНК в виде единственной молекулы; исключения составляют только олигонуклеотид ЦГ (четыре молекулы) и АГ (две молекулы). Таким образом, пользуясь уже известными олигонуклеотидами полного гидролизата, было нетрудно определить нуклеотидную последовательность больших фрагментов тРНК.

Структура молекулы аланиновой тРНК показана на схеме (рис. 1). Звездочкой обозначен остаток, который состоит из смеси дигидроуридиловой и уридиловой кислоты, т. е. он еще не идентифицирован. Как видно из схемы, молекула аланиновой тРНК образована 77 нуклеотидными остатками и имеет молекулярный вес 25 000. Нуклеотидный состав ее таков: А—8, У—13, Г—25, Ц—22, МеГ—1, 2МеГ—1, И—1, МеИ—1, 2НУ—2, Ψ—2, Т—1.

Распределение минорных нуклеотидов в молекуле не обнаруживает никакого строгого плана, хотя они в нескольких случаях образуют соседние или сближенные пары. Но во всяком случае нельзя говорить об их сосредоточении в каком-либо определенном участке молекулы тРНК, как это предполагал Кантопи.

Антикодон аланиновой тРНК, т. е. три-нуклеотидная последовательность, комплементарная к кодону и ответственная за взаимодействие тРНК с информационной РНК, должен содержать два Г и одно Ц. В приведенной выше структуре имеется несколько таких участков. Холли и др. указывают на две привлекательные возможности: в первом случае антикодон ЦГГ расположен между двумя остатками дигидроуридиловой кислоты, как бы изолирующих его от соседей, во втором — он соответствует последовательности ИГЦ (инозиновая кислота при образовании комплементарных пар ведет себя как

гуаниловая). Но это лишь предположения, и пока точная топография антикодона остается не определенной.

Дать пространный комментарий к структуре аланиновой тРНК трудно: пока это единственная в своем роде структура, и ее просто не с чем сравнить.

В свое время высказывалось предположение, что установленная первичная структура какой-либо индивидуальной тРНК позволит сформулировать единственно возможную конформацию ее молекулы. Но эти надежды испарились, когда Холли и др. опубликовали свое сообщение об аланиновой тРНК. Уже поверхностное ознакомление с ее структурой показывает, что по крайней мере для аланиновой тРНК невозможно образование длинных последовательностей, состоящих из комплементарных пар Г — Ц и А — У. Если считать, что наиболее вероятными являются конформации с максимальным числом комплементарных пар, то для аланиновой тРНК существует не одна, а несколько моделей, отвечающих этому постулату.

Холли и др. приводят в своей работе три таких конформации, показанных на рис. 2. Содержание комплементарных пар достигает в них 50—60 % от общего числа нуклеотидов. Это немного, если вспомнить, что по утверждению некоторых авторов, содержание упорядоченных пар в тРНК составляет 75—80 %. И вместо одной единственной структуры мы видим три. Эти или им подобные конформации могут быть равновесными формами. Возможно, однако, что принятый критерий отбора моделей (максимальное число комплементарных пар) недостаточен или вообще неверен. Тогда не исключено существование какой-то одной структуры из тех, что даны на рис. 2, или других. Решение этой проблемы также откладывается на будущее.

Вполне вероятно, что в ближайшие несколько лет будет установлена первичная структура многих тРНК, выяснятся общие закономерности их строения и станет возможным конкретное сопоставление их структуры и функции.

Достижение американских исследователей нельзя не признать блестящим успехом, кладущим начало планомерному вторжению науки в новую и увлекательную область — изучение структуры нуклеиновых кислот.

*А. А. Баев*

*Кандидат биологических наук*

*Институт радиационной и физико-химической биологии АН СССР (Москва)*

## УРАН В ИЛАХ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Мы изучали илы озера Иссык-Куль, содержащие большой процент органического вещества. По принятой схеме классификации, это были алевритовые, или глинистые илы, с примесями песка, остатков раковин, известковых новообразований. Пробы илов отбирались в разных точках с северной, восточной, южной и западной прибрежных зон озера. Во всех пробах определялся процент органического вещества. Результаты были сгруппированы по степени возрастания количества органического вещества. Из них явствует, что концентрация урана в илах озера сильно меняется и находится в прямой зависимости от содержания в них органического вещества (рис. 1). В илах, содержащих небольшой процент органического вещества (2—9%), концентрация урана составляет  $1,36 \cdot 10^{-4}$ — $5,7 \cdot 10^{-4}$ % и лежит в пределах кларковых величин, приближаясь к концентрации урана в верхних горизонтах глубоководных осадков Черного моря. В илах озера с высоким процентом органического вещества (10—26%) концентрация урана достигает  $2,2 \cdot 10^{-3}$ % (на сухое вещество ила) и на целый порядок превышает кларковые величины накопления урана в морских осадках, образованных в процессе седиментации.

Возникает вопрос о механизме накопления урана в илах озера. Большинство исследователей считает, что основная масса урана, связанная с органическим веществом, концентрируется в нем после отмирания организмов, в продуктах их распада. Органические вещества, разлагающиеся под действием восстановителей (гниющие водоросли,  $H_2S$ ) могут разрушать комплексные шестивалентные соединения урана и восстанавливать уран до четырехвалентного состояния. Переход растворенного в воде урана в осадки может быть связан либо с непосредственной сорбцией комплексных ионов урани-

ла органическим веществом илов, либо с разрушением шестивалентных соединений, что может наблюдаться в восстановительных условиях. Наилучшее сорбционное поглощение урана из водных растворов органическим веществом гумусового характера лежит в пределах изменений рН от 4 до 5 и концентрации карбонатного иона в растворе меньше  $n 10^{-7}$  h.

Для иссыккульской воды характерны высокое содержание кислорода (степень насыщения воды в открытой части озера составляет 80—100%, на глубине 600 м — 70%), изменения рН в пределах 8—8,60 и содержание карбонатного иона порядка  $n 10^{-3}$  h. Сопоставление физико-химических констант, характерных для оз. Иссык-Куль, с графиком полей устойчивости и форм нахождения урана в растворах природных вод, дают нам основание считать, что уран существует в воде озера в виде уранил-карбонатных комплексных анионов. По нашим данным, воды Иссык-Куля содержат в среднем  $3 \cdot 10^{-6}$ % урана.

Таким образом, физико-химические константы иссыккульской воды включают путь непосредственного осаждения урана и разрушения уранил-карбонатных ионов. Следовательно, обогащение илов ураном в оз. Иссык-Куль не может происходить прямым путем, из воды. Для современных океанов и морей, в воде которых уран существует в форме

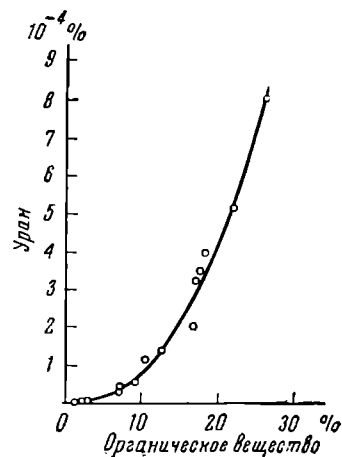


Рис. 1. Зависимость концентрации урана от содержания органического вещества в илах

комплексного карбонатного аниона, условия для непосредственного осаждения урана вообще неизвестны.

Нами было показано накопление урана флорой оз. Иссык-Куля. Содержание урана определялось в водорослях (*Cladofora glomerata*, *Entheromorpha Salina*, *Chara intermedia*, *Ch. tomentosa*) и в водных высших растениях (*Potamogeton perfoliatus*, *Ceratophyllum demersum*), растущих в озере. Никаких различий в концентрировании урана растениями озера обычно не наблюдалось. Водоросли и высшие водные растения содержат  $n \cdot 10^{-4}\%$  урана на сухое вещество. Особое положение среди флоры озера занимают водоросли, принадлежащие к семейству Characeae, представленные необычайно обильно как в количественном, так и в видовом отношении. В оз. Иссык-Куль насчитывается 17 видов харовых (зеленых) водорослей, причем один вид, *Ch. crinitoides* Hollerb., эндемичен. В среднем, харовые водоросли концентрируют на три порядка больше урана (на сухой вес), чем вода.

В харовых водорослях содержится в полтора раза больше урана, чем в подстилающих их илах. На основе полученных данных установлена прямая пропорциональная зависимость содержания урана в илах от содержания его в харовых водорослях, прикрепленных в этим илам (рис. 2).

Известно, что водоросли усваивают органические и минеральные вещества из воды (они не имеют корней и прикреплены к илам ризоидами) и, следовательно, не могут поглощать уран из илов. Уран, концентрированный водорослями при жизни, после отмирания их накапливается в илах. Определение урана в отмерших (прошлогодных) харовых водорослях показало, что уран из

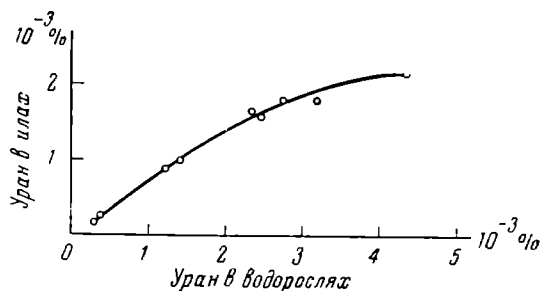


Рис. 2. Корреляция содержания урана в харовых водорослях и в подстилающих илах

них не выщелачивается, а даже накапливается.

Так как накопление урана в отмерших водорослях растет параллельно увеличению зольности, то, очевидно, накопление урана в водорослях связано не с поглощением его органическим веществом. У водорослей, принадлежащих к типу Chlorophyceae, концентрирующих  $\text{CaCO}_3$ , показана инкрустация стенок кристаллическими водными карбонатами. Поэтому, возможно, уран находится в водорослях в виде карбоната типа ураноталлита  $\text{Ca}_2[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

Наши исследования показали, что обогащение ураном некоторых илов оз. Иссык-Куль совершается биогенным путем и генетически связано с харовыми водорослями. Уран, накопленный в харовых водорослях в виде карбонатных минералов (фитолитарии), после отмирания их обогащает подстилающие илы.

Профессор В. В. Ковальский,  
И. Е. Вороницкая

Институт геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского АН СССР (Москва)

УДК 577.1

## ГОЛОС И ЭХОЛОКАЦИЯ У ЛАСТОНОГИХ

Человек уже давно знал о весьма разнообразных звуках ластоногих — оглушительный рев моржей, морских львов, сивучей, котиков-секачей; брачный, мелодичный и продолжительный свист морских зайцев;

короткий, отрывистый и тихий крик тюленей Уэдделла; мелодичные призывы тюленя Росса, напоминающие голоса птиц; трубный глас северного морского слона, слышимый на расстоянии двух километров, и т. д.

Однако о подводных «разговорах» ластоногих почти ничего не было известно, если не считать сведений о трубных звуках моржей, издаваемых под поверхностью моря. Недавно три американских исследователя биолог Вильям Шевилл, инженер Вильям Уоткинс и акустик Карлтон Рэй<sup>1</sup> записали с помощью специальной аппаратуры подводные звуки трех видов упастых тюленей (калифорнийского морского слона, котика и сивуча), моржа и пяти видов безухих тюленей (кольчатой нерпы, хохлача, серого, гренландского и обыкновенного тюленей).

Звуки регистрировались в аквариуме Нью-Йоркского зоологического общества и в зоологическом парке. Подводные звуковые импульсы (щелканья) оказались такими слабыми, что обнаруживались лишь тогда, когда животные находились от гидрофона не далее 3 м; их было трудно отличить от посторонних шумов, обычных для аквариумов. Звуки записывались в тот момент, когда животные активно разыскивали пищу, только что брошенную в воду.

Калифорнийские морские львы издавали короткие, резкие взрывы щелканий до 50 раз в секунду и частотой от 600 до 1000 *гц*. У одного из этих животных был записан хриплый лай, а у другого (в 2 м от гидрофона) лаяние и щелканье одновременно, в этот момент его рот был широко раскрыт. Морские львы издают парные (двойные) щелканья. Щелканья могут производиться как в воде, так и на воздухе.

У кольчатой нерпы частота щелканий была от 2 до 4 *кГц/сек*, у взрослой самки гренландского тюленя около 2 *кГц/сек*, а у обыкновенных и серых тюленей от 6—8 до 12 *кГц/сек*, причем интервалы варьировали от 0,01 до 0,02 *сек*. У хохлача замечены два типа щелканий — один около 4 *кГц/сек*, а другой около 16 *кГц/сек*; последний тип приближался к щелканьям зубатых китообраз-



Ревущий котик-секач на острове Беринга

Фото Н. Насьянова

ных и повторялся почти 20 раз в секунду. Слабость производимых звуков вызывала сомнение — могут ли они использоваться для звуковой ориентации на расстоянии. Однако это могло быть вызвано тем, что животные находились в замкнутом пространстве (в бетонном бассейне), а не в природных условиях.

О морфологии звукосигнального аппарата ластоногих известно очень мало, но еще меньше — об обстоятельствах и условиях, при которых издаются звуковые сигналы. В последнее время появились наблюдения, которые позволяют думать, что тюлени используют звуки не только для эхолоцирования пищи, но и для ориентации среди льдов. О том свидетельствуют случаи далеких заплывов тюленей в трещины шельфовых (береговых) льдов в Антарктике.

В ноябре 1962 г. Дэврис и Вольшлаг<sup>1</sup> испытывали глубину погружения тюленей Уэдделла. Местом испытаний была южная часть пролива Мак-Мёрдо, изолированная от океана толстым барьером льда шириной почти в 22 км. К спине животных прикрепляли особый манометр и выпускали их в трещину. Отсюда тюлени никуда не уплывали, так как льды, подобно стенкам колодца,

<sup>1</sup> См. W. E. Schevill, W. A. Watkins, C. Ray. «Science», v. 141, 1963, № 3575, pp. 50—53.

<sup>1</sup> См. A. L. Devries, D. E. Wohlschlag. «Science», v. 145, 1964, № 3629, p. 292.

окружали животных. После нескольких часов тюлени снова выползали на лед и попадали в руки наблюдателей. Таким образом удалось установить глубину погружения самца на 335 и 350 м, а самки на 320, 305 и 295 м. Летом 1964 г. на станции Мак-Мёрдо аналогичным способом (с помощью прибора) установили глубину свободного погружения тюленя Уэдделла на 460 м<sup>1</sup>.

Каким же путем тюлени попадают в такой изолированный льдами участок, как южная часть пролива Мак-Мёрдо? Могли ли тюлени пробраться сюда по льдам?

Факты, когда кругополярно распространенных тюленей Уэдделла находили на ледяных полях на значительных расстояниях от открытых частей моря, объяснялись способностью этих животных передвигаться по суше. Быстрота такого движения, по данным Фергус<sup>2</sup>, у большинства тюленей достигает средней скорости пешехода (5—7 км/час); морской леопард делает 13, а тюлень-крабед даже 25 км/час. Однако такая скорость возможна лишь на коротком отрезке пути. Трудно допустить, чтобы тюлени могли преодолевать расстояние в десятки километров по суше, по неровному грунту, без пищи, да еще в условиях, при которых возможность ориентации резко снижается по сравнению с водной средой.

Способность тюленей погружаться на глубину до 350 м позволяет предполагать, что тюлени Уэдделла проплывают в трещины под толстым слоем шельфового льда, покрывая под ним расстояние в десятки километров. Очевидно, при этом они могут использовать промежуточные трещины, которые попадают на их пути. Известны аналогичные заплывы и в другие места, расположенные среди сплошных льдов. Летом 1961—1962 г. группу тюленей Уэдделла наблюдали в трещине шельфового льда у подножья ледника Коэтлица, в 58 км от свободного края ледяного поля, а другую группу в трещине размером 30 × 1,5 км близ о-ва Рузвельта, в 32 км от края припая; толщина льда в этой трещине была около 200 м. Поскольку тюлень Уэдделла погружается на 350 м, он мог попасть сюда, двигаясь подо льдом. Длительность его погружения варьирует от 2 до 32 мин., в среднем около 10 мин., за которые можно проплыть не более 4—5 км.

<sup>1</sup> См. G. L. Kooyman. Polar. Rec., v.12, 1965, № 79, pp. 391—394.

<sup>2</sup> См. O'Gorman Fergus. Proc. Zool. Soc., London, v. 141, 1963, № 4, pp. 837—850.

Чтобы успешно преодолеть дистанцию в 22—58 км, тюлени должны пользоваться промежуточными трещинами, а чтобы найти их под толстым льдом в условиях темноты, необходимо обладать развитой эхолокационной системой.

Эхолокацию для пространственной ориентации, вероятно, используют и наши арктические тюлени (кольчатая нерпа, морской заяц и др.), которым приходится часто передвигаться под ледовым припаем в условиях продолжительной (до 4 месяцев) полярной ночи. Для таких ластоногих, у которых возможности пользоваться зрением сильно ограничены, а обоняние ослаблено вследствие недоразвитых обонятельных долей мозга и нервов, эхолокация особенно необходима.

Вероятно, при помощи локационного прибора морские зайцы и нерпы зимой легко находят лазы в ледяном припае во время кормежек. Без такой приспособленности жизнь ластоногих среди льдов была бы вряд ли возможна. Поэтому так наивно распространено среди чукчей мнение о том, что тяжелые льды Берингова пролива иногда мешают моржам выходить из Чукотского моря на зимовку в Берингово море, причем в таких случаях они будто бы переходят по суше из Колючинской губы в Мечигменскую, а затем в море Беринга<sup>1</sup>.

Акустические свойства ластоногих изучены пока еще гораздо хуже, чем у китообразных. Исследования в этой области сулят много интересного, особенно по проблеме ориентации арктических и антарктических тюленей при навигации в темноте. Следует более тщательно изучить звукосигнальный аппарат ластоногих и, в частности, выяснить функцию таких таинственных образований, как подкожный воздушный мешок живущей на льдах крылатки, расположенный на правом боку туловища и связанный с нижним отделом трахеи<sup>2</sup>, а также мешковидное выпячивание глоточной части пищевода у взрослых моржей-самцов.

Профессор А. Г. Томилин

Всесоюзный сельскохозяйственный институт  
заочного образования (Балашиха, Московская область)

УДК 591.177

<sup>1</sup> См. К. К. Чапский. Морские звери Советской Арктики, 1941, стр. 23.

<sup>2</sup> Открыт советским зоологом М. М. Слещовым в 1940 г.

## НА БЕРЕГУ КРАСНОГО МОРЯ

В ХУРГАДСКОМ ИНСТИТУТЕ ОКЕАНОГРАФИИ (ОАР)

Мы в Хургаде \* Замечательный музей Средиземноморской фауны \* Черные кораллы и жемчуг \* Опасный компаньон — актиния \* Берегитесь касиопей андромеды! \* Прожорливый нептунус на прилавках базара Порт-Саида \* Морской кот не боится никого \* Прекрасный цветной фильм об обитателях моря

Отправляясь на судне «Академик А. Ковалевский» в Красное море и Аденский залив, мы решили непременно познакомиться с работой Института океанографии в Хургаде (ОАР). Это единственное научное гидро-биологическое учреждение на побережье Красного моря. «Академик А. Ковалевский» оказался первым советским научно-исследовательским судном, посетившим этот небольшой египетский городок.

Хургада, или Чардака, расположена в се-

верной части Красного моря, южнее Суэцкого залива, примерно на  $27^\circ$  с. ш. Численность населения — свыше 3 тыс. человек. Основное их занятие — рыбная ловля. Добывается здесь и нефть.

Окрестности Хургады очень красивы: вдалеке возвышаются невысокие горы, которые на рассвете и закате окрашиваются в замечательный сиреневый цвет. Растительность скудная, поблизости нет ни рек, ни ключей, и пресную воду привозят танкером



Главный причал порта Хургады. Видна голубятня, окруженная пальмами

из Суэца. Поселок около порта состоит из небольших белых домиков, построенных из камня и глины.

В окрестностях его мы видели нефтяные вышки, разработки строительного камня, сооружение новых больших зданий. Секретарь Губернаторства, сопровождавший нашу группу, с гордостью сообщил, что их городок быстро растет и в недалеком будущем они надеются превратить его в модный курорт, особенно для любителей подводного спорта на коралловых рифах.

Институт океанографии находится в 10 км от порта. В наше распоряжение был предоставлен большой автобус и через полчаса мы были уже на месте.

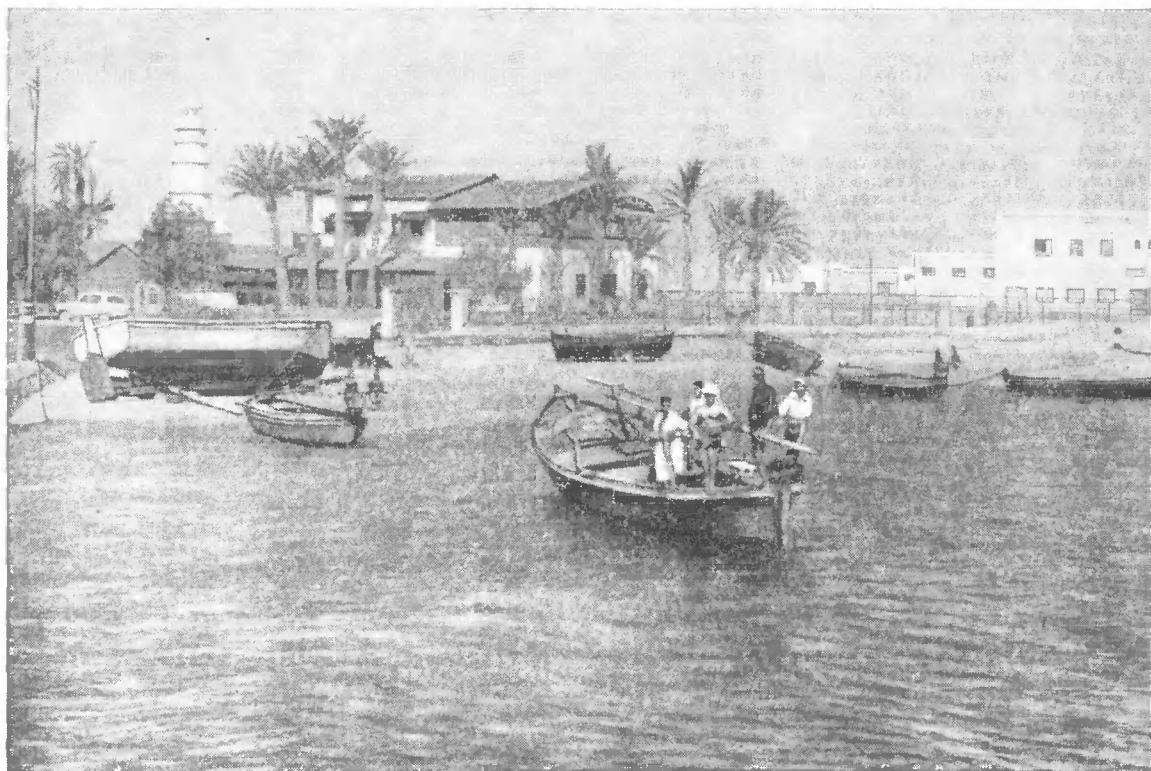
В 1931 г. в Хургаде была основана Морская биологическая станция — отделение Каирского университета. В 1947 г. эту станцию преобразовали в Институт океанографии. В Институте всего 7 научных сотрудников. Здесь проходят практику студенты-биологи египетских университетов и часто работают специалисты-зоологи из самых различных стран мира. В настоящее время Институт располагает лишь небольшим судном мощностью в 50 л. с., но уже выделены средства на приобретение нового научно-исследовательского судна, водоизмещением в 500 т. Оно будет базироваться в Хургаде и Александрии и работать, как в Красном, так и в Средиземном море.

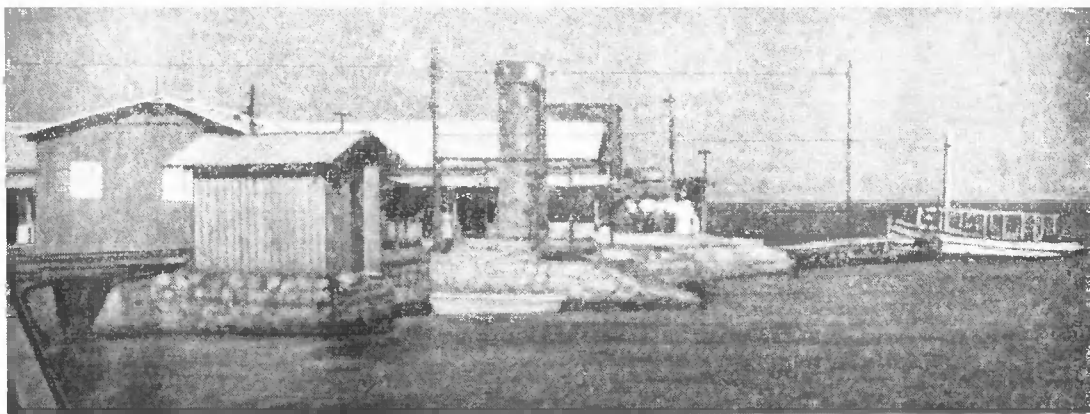
Основное направление работ Института — изучение систематики, морфологии, анатомии, эмбриологии и биологии морских беспозвоночных, рыб и млекопитающих. В последние годы тематика работ несколько расширилась: опубликованы результаты некоторых биохимических и физиологических исследований.

Ученые ОАР проявили большой интерес к нашей работе и с вниманием прослушали сообщение начальника экспедиции Т. В. Дехника о целях и задачах исследований в Красном море и Аденском заливе. Они показали нам лаборатории, музей, аквариум, мастерскую по изготовлению чучел животных, экспериментальные бассейны под открытым небом, библиотеку.

В музее нас особенно поразили чучела дюгоной. Эти крупные млекопитающие, длиной до 3—5 м, относятся к отряду сирен. Первая находка этих животных в Красном море и хорошее описание самки сделано Рюпелем в 1833 г. После этого дюгоны в Красном море долгое время никому не попадались. В 1942 г. Х. А. Гохар, бывший в то время директором Хургадской биологической станции, собирая на побережье морских беспозвоночных, случайно обнаружил в песке кости дюгоны. Были поставлены специальные сети в узких проходах между берегом и коралловыми рифами, там, где много морской травы, излюбленной пищи дю-

Рыбацкие лодки





Здание Института океанографии Хургады

гоней. Через 2 месяца попался самец дюгоня длиной около 2 м. В 1945 г. было поймано две половозрелых самки. Всего за 13 лет выловлено 15 экземпляров этих редких животных и сделанные из них чучела разосланы в зоологические музеи многих стран мира.

В 1957 г. Х. А. Гохар опубликовал большую статью с подробным описанием анатомии, морфологии и биологии красноморских дюгоней, выделив их в особый подвид *Dugong dugong tabernaculu*. Дюгони пасутся на подводных лугах, подобно коровам на пастбище. При помощи грудных ласт дюгони вырывают траву с корнем, сгребают ее в кучи и затем пожирают эти кучи в определенной последовательности. Такой необычный способ питания Х. А. Гохар объясняет следующим образом: пока трава лежит в кучах, глина, ил и песок с корней растений постепенно вымываются водой, а морские животные, обитающие на растениях, уползают и уплывают. Таким образом трава очищается от беспозвоночных, в том числе и от ядовитых для дюгоней.

В музее нас привлекли и другие интересные экспонаты: громадная морская черепаха, многочисленные тропические рыбы, моллюски, ракообразные и коралловые полипы. Особенно полно представлены рифообразующие мадрепоровые кораллы: большое число видов ажурных *Acropora*, есть и грибовидные *Fungia* крупные шарообразные *Favia*, массивные мозговики *Coeloria*, круглые пористые *Porites*, похожие на лишайники *Montipora*, блюдцевидные *Turbinaria* и др. Горгонарии представлены всевидными *Acabaria*, *Perisceles*, *Suberogorgia*. Красный коралл *Corallium rubrum* и некоторые виды из сем. *Plexauridae*, так называемые черные кораллы, добываемые в Красном море, идут на выделку различного рода ювелирных изделий.

После осмотра музея сотрудник института А. М. Эйсви познакомил нас со своей научно-исследовательской работой. Он занимается систематикой, морфологией, эмбриологией и биологией кишечнорастных и моллюсков. В настоящее время молодой ученый проводит экспериментальные исследования по искусственному выращиванию жемчуга. А. М. Эйсви показал нам небольшой аквариум, в котором содержались двусторчатые моллюски-жемчужницы. При помощи тонкого пинцета под мантию моллюсков вводятся мелкие песчинки, вокруг которых постепенно нарастают кольца перламутра. Процесс выращивания жемчуга до коммерческих размеров занимает 1,5—2 года.

А. М. Эйсви рассказал нам об интересных наблюдениях своего учителя Х. А. Гохара над взаимоотношением рыб и актиний. Мы увидели в аквариуме красивую бледнофиолетовую анемону *Actinia quadricolor* и очаровательных золотистых рыбок *Amphiprion bicinctus*. Оба партнера живут вместе на взаимовыгодных началах: коралловые рыбки чувствуют себя безопасно, плавая между смертоносными щупальцами актинии, а та, в свою очередь пользуется обедками трапез своих сожителей.

Сам факт симбиоза между актинией и коралловыми рыбками не представляет собой ничего нового. Но Х. А. Гохару удалось обнаружить, что рыбка не обладает иммунитетом к стрекательным капсулам щупалец актиний. По-видимому, анемона различает и узнает своего партнера по характеру движений и размеру тела, осторожно ощупывая рыбку своими щупальцами, но не обжигая ее. Интересно отметить, что симбиоз между рыбкой и актинией продолжается только до тех пор, пока коралловая рыбка здорова. Стоит только рыбке сделаться вялой и слабой, как актиния немедленно пожирает

своего партнера и выбирает в сожители новую здоровую рыбку.

В большом открытом бассейне, отгороженном от моря бетонной стеной, мы увидели свою старую знакомую по бухте Фламинго (Порт-Судан) — ядовитую медузу *Cassiopea andromeda*. В отличие от своих сородичей, она не плавает, а лежит на дне и ее сине-фиолетовые щупальцы направлены не вниз, а вверх. Собирая водоросли на коралловых рифах близ Порт-Судана, одна из участниц нашей экспедиции получила сильные ожоги от такой медузы.

Ученые показали нам свой замечательный цветной фильм о животном мире коралловых рифов Красного моря. Интересны кадры, где морские ежи протыкают своими длинными иглами рыбу-шар и она, обессилев, падает на дно, становясь добычей этих хищников. Запомнились снимки, показывающие веселое кувыркание морских коньков среди водорослей. Хорошо сняты кадры, показывающие образ жизни прожорливого голубого краба нептунуса (*Nepthunus pelagicus*), крупные экземпляры которого мы видели на прилавках базара в Порт-Саиде.

Во время демонстрации фильма арабские коллеги обратили наше внимание на некоторых опасных и ядовитых морских животных. Это было очень своевременно, так как на следующий день мы, вооружившись масками, трубками и ластами, отправились на

коралловые рифы, чтобы своими глазами увидеть их обитателей.

Берег моря сложен из кораллового известняка и усеян обломками выветрившихся кусков коралловых полипов. Коралловые рифы Хургады своеобразны: они здесь не образуют сплошного пояса или барьера, а встречаются в виде отдельных островков, неравномерно разбросанных среди однообразной каменистой подводной пустыни. Большая часть этих островков состоит из крупных колоний шестилучевых кораллов *Acropora* круглой блюдцеобразной формы с высокой конической подставкой. В тех местах, где колонии ветвистых *Acropora* расположены особенно густо, концентрируется богатейшая жизнь: многочисленные разнообразные губки, мшанки, водоросли, мягкие кораллы альционарии сем. *Xeniidae*, окрашенные в нежно-оранжевый цвет. Часто попадались черные, толстые, похожие на крупных червей голотурии *Chromodus*, изящные морские звезды *Echinaster* и большие скопления морских ежей черного цвета с длинными тонкими иглами.

Автору этой статьи посчастливилось найти трех великолепных моллюсков-крылоногов *Pterocera brayonia*, крупная раковина которых имеет несколько роговидных отростков и выстлана изнутри оранжевым перламутром с ярким блеском и красивыми разноцветными переливами. Собрали мы и мно-

го других красивых моллюсков: конусовидных изящных трохусов и тяжелых массивных стромбусов с толстым слоем перламутра; рогатых причудливых мурексов, из которых в древности добывали пурпур; блестящих, как бы отполированных ципрей, которые еще недавно у некоторых африканских племен имели хождение в качестве денег («каури»).

Из крупных двустворчатых моллюсков в прибрежных водах Хургады встречаются два вида тридакны: *Tridacna elongata* с 5—7 ребрами на раковине и *T. squamosa* с 3—4 ребрами. Нам попадались гигантские экземпляры, достигающие в длину более 1 м. Толстые створки тридакны очень тяжелые и одному че-



Экспонаты музея Института океанографии. На переднем плане — дюгонь

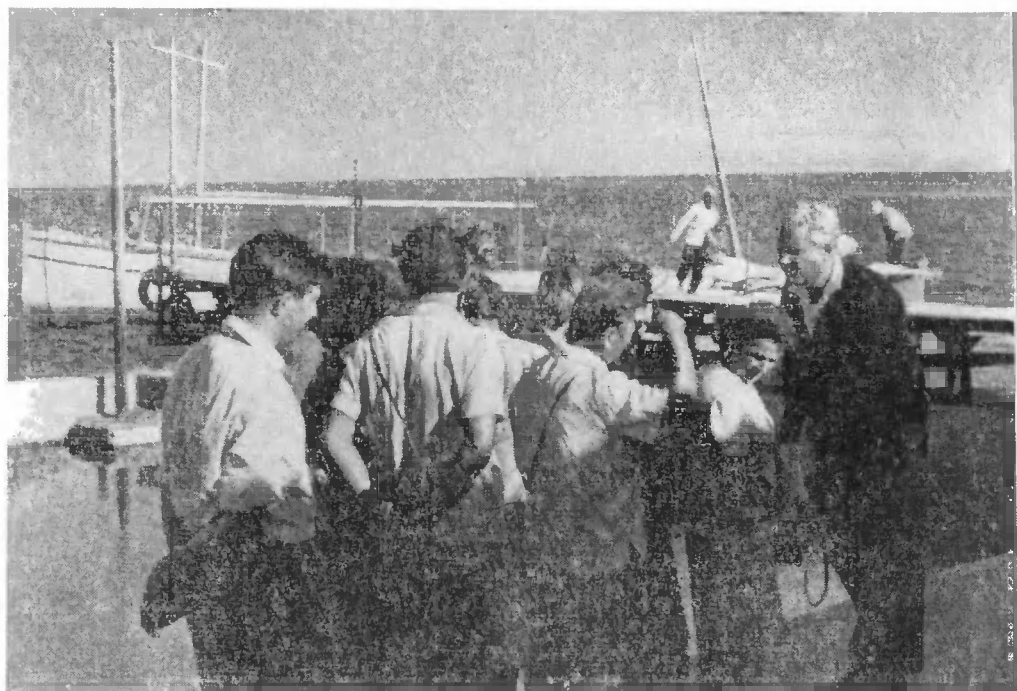
ловеку не под силу вытащить ее на берег. Мясистые ярко-оранжевые края мантии тридакны содержат большое число одноклеточных водорослей — зооксантелл, которые, интенсивно размножаясь, составляют пищу этих крупных беспозвоночных. Взаимоотношение зооксантелл и тридакны — один из интересных примеров симбиоза между растением и животным.

Представление о богатстве и разнообразии этой тропической фауны будет неполным, если мы не упомянем разнообразную фауну рыб. Яркой окраски, причудливой формы рыбы-хирурги *Acanthurus*, рыбы-бабочки *Chaetodon*, очищающие коралловые полипы, рыбы-попугаи из сем. *Callyodontidae*

оживляли своим присутствием подводное царство. Некоторые рыбы нам уже были знакомы, так как мы видели их накануне в аквариумах, в музее и в цветном кинофильме. Превосходны по расцветке спинороги — голубые, коричневые, зеленые с желтыми полосами, серебристый очкастый; забавны кузовки, удивительна колючая рыба-шар, плавающая головой вниз, а брюхом вверх.

При приближении человека все эти рыбы быстро уплывали в разные стороны, прятались в ветвях кораллов и расщелинах камней. Иначе вели себя ядовитые рыбы. Спокойно и упрямо, ничуть не реагируя на наше приближение, держалась рыба-скорпион из сем. *Dactylopteridae*, угрожающе помахивая как онахалами своими яркоокрашенными грудными плавниками. Морской кот *Trigon* неподвижно лежал на песчаном дне под большим камнем, выставив наружу длинный хвост с ядовитым шипом. Но поскольку опасные рыбы не проявляли по отношению к нам каких-либо агрессивных намерений, мы также стремились не нарушать их покоя.

Большие сплюсненные с боков морские



Директор института А. А. Коли показывает нам открытые бассейны аквариума

окуни, черно-бархатные губаны, красивые голубые морские караси, неожиданно появлялись из-за кустов кораллов, пугали нас своими размерами, но были совершенно безобидны. И хотя мы проплавали на рифах не меньше 3—4 час., тщательно обследовав большой участок вдоль берега, нам повезло — мы не встретили ни одной акулы. Однако в большом бетонном бассейне аквариума Хургады мы вдоволь насмотрелись на этих серых чудовищ.

Созерцание сказочного подводного мира произвело на нас незабываемое впечатление. Мы надолго сохраним в памяти исключительное радушие, доброжелательность и гостеприимство наших коллег. Посещение Института океанографии Хургады, знакомство с аквариумом, лабораториями, беседы с научными сотрудниками, обмен специальной литературой — все это способствовало налаживанию связи между советскими учеными и учеными ОАР.

В. В. Мурина

Институт биологии южных морей АН УССР  
(Севастополь)

УДК 551.46

## ГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ

*Чем интересны грязевые вулканы? Каков характер их деятельности? Где можно увидеть их извержение? Чем они отличаются от лавовых вулканов? Такие вопросы интересуют многих читателей, обратившихся в редакцию с просьбой рассказать об этом интересном явлении природы. Внешне некоторые грязевые вулканы напоминают лавовые, у них тоже форма усеченного конуса и склоны изрезаны оврагами. Кратерное кольцо и сам кратер дополняют это сходство. Однако существуют и грязевые вулканы, образующие в рельефе плоские щитообразные возвышенности, едва поднимающиеся над окружающей местностью. В процессе извержения на поверхность изливаются грязевые массы, часто с водой и нефтью, твердые обломки, газы. Характер выбросов продуктов извержения бывает различным: это либо настоящие взрывы, иногда огненные, либо спокойное вытекание сопочной брекчии из жерла вулкана. Практический интерес к грязевым вулканам огромен: будучи расположены в нефтеносных областях, они служат поисковым признаком на нефть. Наиболее известны районы грязевулканической деятельности на Апшеронском, Керченском, Таманском полуостровах, в прибрежной полосе Каспийского моря, в Туркмении и других местах.*

## НА СУШЕ И НА МОРЕ

Грязевые вулканы, пожалуй, лучше всего изучены на территории Азербайджана. За последние восемь лет здесь не только на суше, но и в прилегающей к нему части Каспийского моря отмечено до 14 извержений. В 1957 г. каспийские моряки отметили подводное извержение грязи приблизительно в 600 м южнее банки Карагедова. Эта банка,

расположенная в 16,5 км юго-восточнее дельты Куры, была обнаружена примерно в 1936 г. В этом месте и раньше наблюдались незначительные выбросы мутной воды и масляные пятна, указывающие на присутствие подводного вулкана.

В том же, 1957 г., произошло извержение крупного вулкана республики — Боздага Кобийского, в 15 км северо-восточнее Баку. Этот вулкан впервые начал действовать 27 ноября 1827 г. и с тех пор извергался несколько раз, в том числе и в 1902 г. А 27 августа 1957 г. извержение этого вулкана отличалось настолько густой зеленовато-серой брекчией, что по ней можно было свободно ходить. Многие обломки вынесенных песчаников были пропитаны нефтью.

Вечером 15 октября 1958 г. жители Баку были поражены огромным красноватым заревом, осветившим Бакинскую бухту. Вы-



Характерное кратерное поле  
действующего грязевого  
вулкана

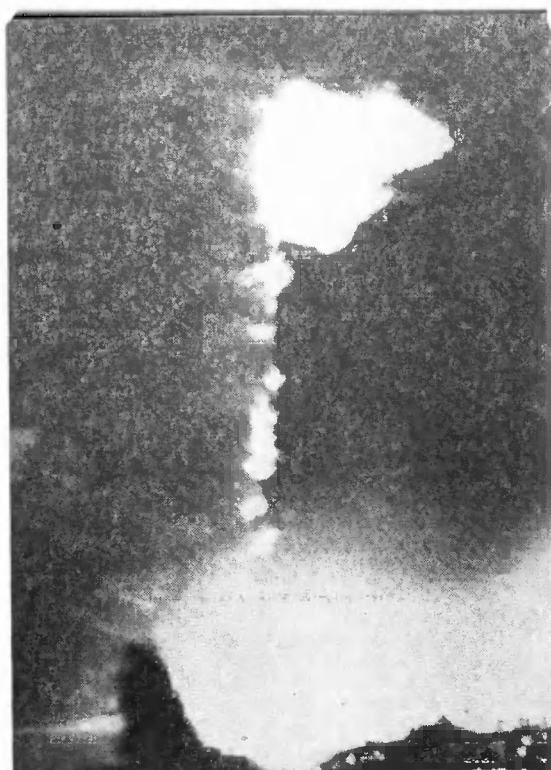
сота пламени достигала 250 м. Казалось, что это горит нефтеналивной танкер или фонтанировавшая разведочная скважина. Но вскоре установили, что произошло извержение грязевого вулкана банки Макарова. За вековую историю существования банка Макарова извергалась 10 раз, но ни разу здесь не образовывался остров: возникая после извержения, они размывались волнами Каспия буквально за несколько дней. Этого нельзя сказать о грязевом вулкане банки Кумани, каждое крупное извержение которого (1860, 1927, 1939, 1950, 1959 гг.) образует временный остров, существующий иногда до года.

Извергавшийся в 1959 г. грязевой вулкан о-ва Булла вновь «заговорил» в 1960 г. В этом же году отмечено пробуждение и «банки 1906 г.», названной по дате своего первого извержения. 18 июня 1960 г. произошло первое в истории мощное извержение грязевого вулкана Дурандаг, во многом сходное с извержением вулкана Айрантёкян (7 октября 1964 г.). 4 сентября 1961 г. впервые имело место извержение на о-ве Дуванный, сопровождавшееся 300-метровым столбом пламени и образовавшее из твердых выбросов лепешкообразное поле диаметром в 700 м и высотой до 6 м.

Грязевулканическое новообразование в виде 350000-тонной горы обнаружено близ с. Кушчи Шемахинского района. Здесь на месте бывшей овальной низины в сентябре 1962 г. произошло извержение, сопровождавшееся огненным столбом в несколько сот метров и «каменным дождем», возвестившим о рождении нового вулкана, названного нами Ени-Загирли. В 1963 г. отмечено одно извержение (2 марта) в районе западной группы Гадживелинских сопков, в 110 км от Баку. Оно сопровождалось выносом большого количества «каменного материала» и почти 300-метровым столбом пламени.

17 июня 1964 г. впервые пробудился грязевой вулкан Ахзевир. В течение 10 мин. этого своеобразного извержения вершина горы стала неузнаваемой: многочисленные концентрические разломы и радиальные трещины так испещрили ее поверхность, что она напоминала миниатюру землетрясения. Ни воспламенения газов, ни выноса из недр грязевулканической брекчии не произошло.

Газовый пузырь в одном из кратеров грязевого вулкана



Момент извержения грязевого вулкана банки Макарова  
Фото В. Кузовенкова

Касаясь извержения грязевых вулканов нельзя умолчать о Локбатане (в 15 км юго-западнее Баку). Один из крупнейших вулканов Азербайджана, это «мировой рекордсмен» по современной грязевулканической деятельности: с 1827 г. он извергался 16 раз! Наиболее грандиозное его извержение произошло 30 июля 1954 г., а последнее — вечером 17 декабря 1959 г. До начала извержения слышался гул и ощущались подземные толчки. Затем поднялся столб грибообразного пламени высотой до 300 м. Огромное оранжево-красное зарево, так же как и во



время извержения банки Макарова в 1958 г., осветило Бакинскую бухту. В близлежащих поселках было светло, как днем.

Еще 30 лет тому назад некоторые крупные геологи были убеждены, что области распространения грязевых вулканов бесперспективны для нефтеносности, так как залежи нефти здесь, по их мнению, были разрушены этими вулканами. В противовес им, группа ученых, возглавлявшаяся акад. И. М. Губкиным, считала, что грязевые вулканы генетически тесно связаны с нефтяными залежами. Грандиозный фонтан из скважины на

Локбатане, положил конец этой дискуссии и доказал, что пораженная вулканом зона не оказывает больших разрушений на нефтяную залежь. В настоящее время считается, что грязевые (грязенефтяные) вулканы — своеобразный «естественный компас», верно направляющий поиски нефти и газа в недрах грязевулканических областей.

*Алиев Адиль Абас Али оглы,  
Буниат-заде Зия Али оглы  
Баку*

УДК 551.311.8

## АРХИПЕЛАГ ОСТРОВОВ

Если вам когда-нибудь удастся совершить поездку по Таманскому полуострову, обратите внимание на конической формы сопки. Они напоминают миниатюрные вулканчики с размерами, порой не превышающими 1,5 м высоты, но часто встречаются и более крупные, до 5—10 м. Обычно они разбросаны по большой территории, а иногда вы попададете на поле, сплошь усеянное такими возвышениями. Это — результат деятельности грязевых вулканов, которые то затухая, то возобновляясь, проявлялись на Таманском полуострове, начиная с третичного времени. Однако в начале извержения грязевые вулканы об-

разовывали небольшие острова, вскоре размываемые водами моря, заливавшего обширные пространства Керченско-Таманской области. Позднее, в четвертичное время, когда началось постепенное поднятие этой территории, острова соединялись между собой и этот архипелаг превращался в сушу. И до сих пор можно во многих местах увидеть, как действуют здесь грязевые вулканы. Летом 1962 г. с группой студентов мы занимались изучением грязевулканического рельефа этого района и имели возможность наблюдать извержение Ахтанизовского вулкана. Это не было эффектным зрелищем, которое

так хотелось посмотреть молодым исследователям. Через каждые 5—7 мин. из кратера, диаметром около 14 м, извергалась густая грязь в виде так называемой сопочной брекчии. Прорыв с одной стороны двухметровый вал, она широкими потоками стекала по склону. Одновременно выделялся и газ. Свежеизлившаяся грязь обычно бывает сильно засолена и поэтому, затвердевая, длительное время лишена растительности.

Обилием мелких сопкок и сопочных полей славится гора Гнилая, в 4 км к юго-востоку от Темрюка. На равнинной поверхности ее вершины группами располагаются действующие и прекратившие

Грязевулканическое озеро в верховье одной из балок. На переднем плане видно извержение газов и жидкой грязи. Потоки стекают по дну балки



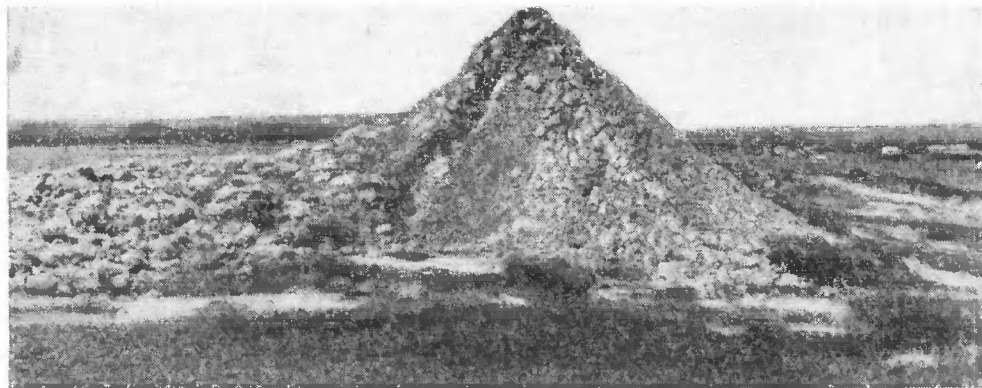
свою деятельность грязевые вулканы, или, вернее, вулканчики. Их размер от 40 до 30 см, форма конусообразная, причем крутизна склонов зависит от густоты извергаемой грязи (чем она гуще, тем склоны круче).

При извержении сравнительно жидкой грязи, обладающей значительной текучестью, на сопочном поле горы Гнилой появляются чечевицеобразные или лепешкообразные грязе-

вулканические формы рельефа которые занимают сравнительно большие площади (до 20—30 м в диаметре). Следуя наклону местности, от них текут широкие потоки темно-серой грязи, которые в периоды активизации вулканической деятельности достигают десятков метров в длину и нескольких метров в ширину.

При извержении совсем жидкой грязи или воды с разным содержанием грязи и газа образуются плоские и отрицательные формы грязевулканического рельефа. Это грифоны, диаметром до 1,5 м и более, и грязевые озера. Из грифонов обычно происходит медленное, спорадическое (через 10—15 мин.) извержение небольших порций очень жидкой грязи или воды и выделяется газ. Жидкая грязь или вода в грифонах находится на одном уровне с поверхностью земли. На сопочном поле горы Гнилой группами и в одиночку разбросаны десятки таких грифонов.

Грязевулканические озера на вулканах Таманского полуострова встречаются реже. Одно такое озеро известно в восточной части горы Гнилой. На вершине горы Карабетовой из озерных ванн округлой или овальной формы извергается жидкая грязь,



Действующая грязевая сопка в восточной части сопочного поля горы Гнилой. Грязь стекает по склону сопки (темная полоса слева)

газ и здесь хорошо видно, как вспучивается поверхность. Выделение газа происходит через каждые 15—25 сек., но оно не всегда сопровождается извержением грязи.

Довольно большое действующее грязевулканическое озеро есть в районе Синей балки, примерно в 200 м от берега моря. Диаметр этого озера Тиздар — 40—50 м, местами оно окружено 2—2,5-метровым валом. Извергаемая грязь стекает здесь прямо в Азовское море.

Так, на первый взгляд, невзрачно выглядят извержения грязевых вулканов. Но значение этой деятельности для нас огромно. Ученые установили, что корни грязевых вулканов Керченско-Таманского района достигают пород нижнего мела, богатых залежами нефти и газа. Следовательно, между нефтегазоносностью пород и грязевым вулканизмом существует тесная связь, и изучение грязевых вулканов Тамани имеет большое практическое значение.

*А. А. Нагайцев*

*Кандидат географических наук*

*Ростовский государственный университет*

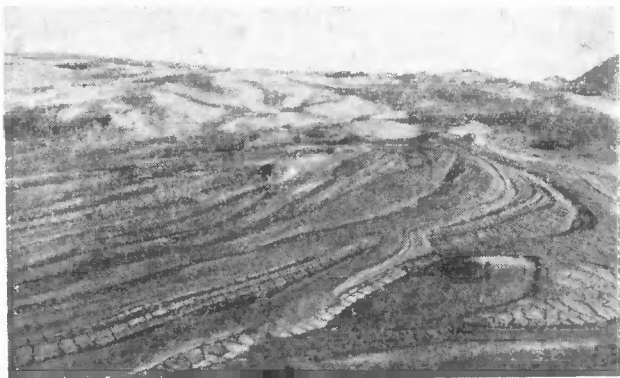
*УДК 551.311.5*

## ОГНЕННЫЙ ВЗРЫВ

В последние 10 лет в Восточном Азербайджане в грязевых вулканах Дашмардан, Каракюра, Айрантекан и других известны огненные извержения. Но самое крупное из них произошло совсем недавно.

Ночью 7 октября 1964 г. в 10 км к северо-востоку от станции Атбулак, в районе вулкана Айрантекан произошел огненный взрыв и началось извержение. Сначала раздался сильный подземный гул, пос-

ле чего появилась вспышка и землю сотряс взрыв. Кругом выгорела вся трава. Пламя высотой до 350 м то затухало, то усиливалось. Горение сопровождалось выделением «дыма» и «пара». После извержения газ горел еще около 20 дней. В сторону Навагинской долины языками стекала сопочная брекчия (самый длинный язык — до 2 км, при ширине 150—200 м). За 30 мин. из этого вулкана было



Группа сопок, сальз и грифонов грязевого вулкана Айрантекия

выброшено более 2 млн. т сопочной брекчии. В очаге грязевого вулкана многие десятилетия скапливался углеводородный газ, что и привело в конце концов к такому грандиозному взрыву.

В пределах кратера нового извержения образовалось более 60 грифонов и сальз, которые выделяли газ и в незначительном количестве воду и ил. Интенсивное газопроявление наблюдалось в централь-

ной части кратера, где сопочная брекчия оплавлена<sup>1</sup>. В свежей сопочной брекчии вблизи кратера отмечаются многочисленные лунки и ямы (диаметром 1,5—2 м и глубиной 1—1,5 м), образовавшиеся в результате упавших кусков твердых пород, так называемых «вулканических бомб». Такова была сила накопившегося газа!

Извержение грязевого вулкана Айрантекия сопровождалось также образованием многочисленных трещин. Подавляющее большинство их ориентировано с северо-запада на юго-восток и, по-видимому, совпадает с направлением основного известного здесь крупного разрыва так называемой Айрантекинской структуры.

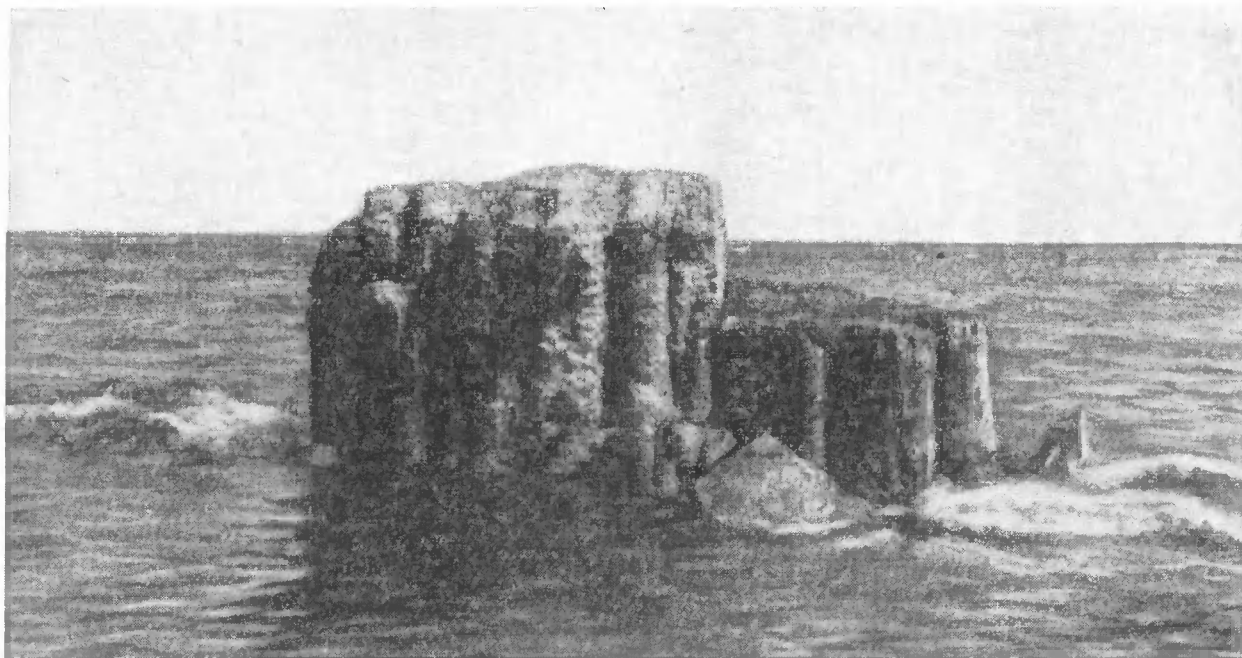
<sup>1</sup> По данным термической обработки обожженных пород, произведенной в Институте геологии АН Азербайджанской ССР, в момент извержения в кратере вулкана температура достигала 1200—1400°.

## ДРЕВНИЙ ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ

Об ископаемых грязевых и газовых вулканах о-ва Артема известно с давних времен. По берегу северной бухты вскрываются светло-серые песчаники с отчетливыми столбообразными конкрециями. Еще в 1922 г. геолог Н. И. Леднев связывал образование этих конкреций с деятельностью источников вод повышенной минерализации. Однако тщатель-

ное изучение пород продуктивной толщи показало, что объяснение конкрециям надо скорее искать в древней грязевулканической деятельности: поверхность песчаников, как справедливо отмечал Н. И. Леднев, буквально усеяна отпрепарированными жерлами грязевых вулканов от 0,5 до 40—60 см в диаметре и даже более.

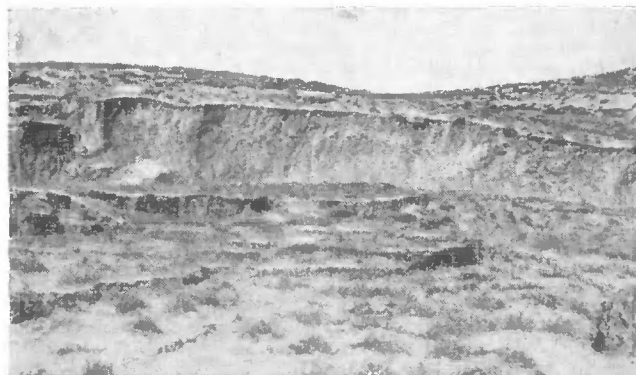
Группа жерл грязевых вулканов, отпрепарированных в виде островка (севернее острова Артема)



Трещины, образованные  
в результате извержения  
и участков оседания

В западном направлении, на продолжении этого тектонического нарушения, на расстоянии 1,5—1,8 м образовался второй очаг извержения. Здесь твердых, жидких и газообразных выбросов вулкана не наблюдалось, но вокруг этого очага площадь в 300 м<sup>2</sup> оказалась разбитой глубокими, ориентированными в разных направлениях трещинами.

Сопочная брекчия в основном состоит из сильно нефтеносных песков, песчаников и глин продуктивной толщи, из глин, мергелей и песчаников эоцена, олигоцена и миоцена, иногда битуминозных пород. Среди твердых выбросов грязевого вулкана Айранте-кян большое практическое значение имеют обломки трещиноватых известняков, так как в них определены характерные для верхнего мела фауны животных. Все данные, полученные при изучении последнего извержения этого вулкана, еще раз подтвер-



ждают целесообразность и необходимость провести здесь поисково-разведочные работы на нефть и газ: отложения верхнего мела представляют в этом отношении большой интерес.

*М. М. Зейналов,  
Кандидат геолого-минералогических наук  
К. С. Каграманов  
Баку*

УДК 551. 311. 8

## НА ОСТРОВЕ АРТЕМА

В северо-восточной части острова расположены жерла вулканов с очень плотными стенками, сцементированными большим количеством пирита; кусок отпрепарированного морскими волнами жерла с большим трудом удается отколоть от остальной массы породы. Часто такие жерла и даже их группы создают колоннообразные отдельныености. В море уда-

валось наблюдать даже небольшие островки на месте разрушенных пород продуктивной толщи, среди которых сохранились более прочные жерла вулканов.

Внутренняя часть жерла обычно заполнена песком, пропитанным нефтью.

Интересно, что наклоны жерл оказываются раз-

Поверхность песчаника со следами грязевых вулканчиков



личными. В ряде мест удавалось наблюдать горизонтально лежащие обломки жерл (учитывая общий наклон пластов), погребенные в толще песчаников; иногда были видны срезанные поверхности песчаников (с жерлами), перекрытые более молодыми отложениями. По-видимому, здесь происходил размыв отложившихся пород и последующее захоронение горизонтов песчаников, пронизанных жерлами грязевых вулканов.

Проявления грязевого вулканизма в период отложения песчаников среднего отдела продуктивной толщи, подтверждается также целым рядом других косвенных показателей. Например, по данным минералогических исследований песчаников внутри жерла, удается установить большое разнообразие в них так называемых аксессуарных, т. е. образующих количественно ничтожную, а качественно характерную примесь минералов в горных породах. Кроме того, в песчаниках обильны переотложенные фораминиферы мелового, палеогенового и миоценового возраста. Это также может служить доказательством значительного приноса разнообразного обломочного материала из более древних отложений, возможно с продуктами выбросов грязевых вулканов.

По-видимому, одновременно с накоплением крупнозернистых песков продуктивной толщи происходила активизация разломов. Извержения грязевых вулканов были приурочены в ряде районов именно к этим зонам. Воды вулканов с резко восстановительными свойствами, благодаря обилию в более низких горизонтах органических остатков, благо-

приятствовали выделению по стенкам жерла пирита, который их цементировал. Накопление осадков временами сменялось частыми размывами, в результате чего отложившиеся ранее породы разрушались, а более плотные сцементированные жерла вулканов сохранялись. По-видимому, отсутствие покровов сопочных брекчий в отложениях среднего отдела продуктивной толщи следует также связывать с частыми размывами и переотложениями в условиях мелководного моря. Временами грязевулканическая деятельность затухала, потом снова возобновлялась, причем иногда, видимо, использовались и старые жерла. Постепенно она прекратилась совсем, так как в более верхних горизонтах отложений ни жерл, ни сопочных брекчий уже не встречалось, хотя условия для их сохранения были более благоприятны (началось общее погружение территории).

Возможно, вулканы с менее плотными стенками жерл — вторичные. Это не были настоящие грязевые вулканы и, по-видимому, они служили капалами лишь для газов и вод (сопочной брекчии в них нет!).

Более тщательное изучение грязевулканических проявлений в среднем плиоцене Бакинского района, несомненно поможет выявить новые данные о накоплении пород продуктивной толщи и источниках поступления в них нефти и газа.

*В. Г. Рихтер*

*Кандидат геолого-минералогических наук*

*Москва*

УДК 551.311.8

## ИСКОПАЕМЫЕ НЕККИ

В центральной части Апшеронского полуострова проходит цепь ныне действующих грязевых вулканов, протягивающаяся с северо-востока на юго-запад. К этой полосе глубинных разломов земной коры, как известно, приурочены богатейшие нефтяные месторождения.

Особенно интересен участок между грязевыми вулканами Зигильпири и Кейрики, где наблюдается обилие нефтепроявлений в виде ныне действующих нефтяных грифонов и покровов. Здесь сохранились и остатки ископаемых нефтяных вулканов, так называемые некки. По внешнему виду они резко отличаются от конусов ныне действующих нефтяных грифонов. Это — естественно отпрепарированные столбобразные возвышенности с вертикальными стенками, уходящими вниз сквозь толщу отложений кирамакинской свиты продуктивной толщи плиоцена.

В поперечном сечении они неправильно округлой формы, диаметром от 0,5 до 10 м. Размеры некков находятся в зависимости от близости к грязевому вулкану Зигильпири: у подножья — более крупные (до 2 м по высоте), а по мере удаления от вулкана их размеры и число уменьшаются. В отдельных местах они сближены и образуют целые группы.

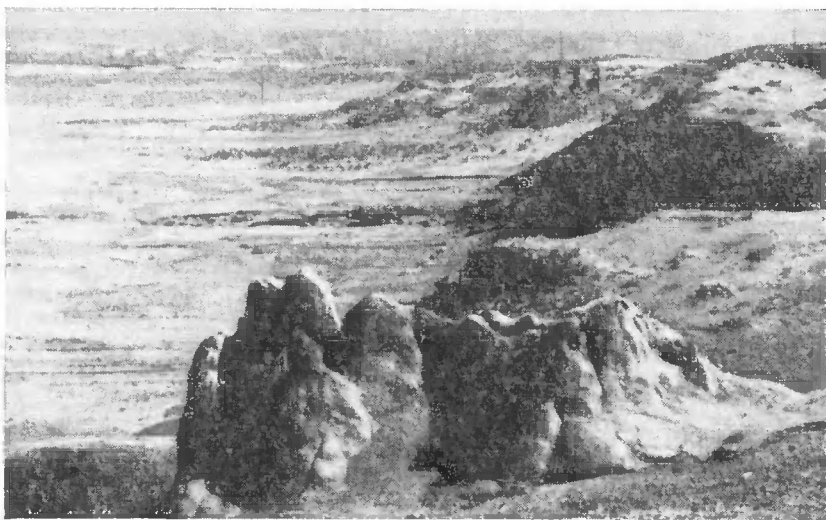
Порода, слагающая тело пекка, напоминает брекчию грязевого вулкана, в которой место воды занимает нефть. Есть следы мелких газовых пузырей, местами встречаются включения обломков залегающих на глубине пород мезозойских отложений (мергелей, песчаников, глин).

По-видимому, глубина корней некков значительна и нефтевулканическая деятельность в течение четвертичного периода прошла ряд этапов. Развитие некков в зоне мощного грязевого, а также

существующего здесь небольшого ныне действующего нефтяного вулкана, ядро куполовидной складки, протыкающее породы этой складки, — все это позволяет сделать выводы об условиях их образования.

В формировании нефтяных и газовых залежей в третичных отложениях Апшеронского полуострова некип служат конечным этапом в развитии путей вертикальной миграции нефти. В этом процессе миграции нефти по трещинам можно видеть некоторую аналогию и с грязевыми вулканами, корни которых связаны с приподнятой зоной осадочного комплекса мезокайнозойских отложений. Возникнув на месте разрывов, они вначале проводят газ и нефть. В конечные этапы своей деятельности эти газо-нефтяные вулканы становятся грязевыми, и, подобно Котурдагу или Бузовинской сопке, выталкивают через превращенные в жерла каналы тектоническую брекчию, насыщенную газом и нефтью.

Ископаемые некип образовались только после того, как окружающие их коллекторы были насыщены ранее мигрировавшей здесь по трещинам нефтью и таким образом в свое время «донсковые» каналы сыграли свою положительную роль. Характерно, что наиболее интенсивное насыщение нефтью песчаных пластов происходило на участке с наиболь-



Ископаемый нефтевулканический некип

шим числом некков, т. е. в районе непосредственно примыкающем к грязевому вулкану Зигильпри (здесь и в настоящее время действует нефтяной вулкан). Чем дальше от вулкана, тем меньше насыщение пластов нефтью.

Открытие ископаемых нефтевулканических некков — прямых свидетелей вертикальной миграции нефти в продуктивной толще плиоцена и нефтенасыщения этих отложений — заслуживает большого внимания, проливая свет на механизм формирования нефтяных и газовых месторождений.

*Профессор В. А. Горин*

*Баку*

УДК 551.311.8

## ИЗВЕРЖЕНИЕ НА САХАЛИНЕ

Несколько лет тому назад произошло сильное извержение грязевого вулкана «Южно-Сахалинский», расположенного на восточном склоне Камышевого хребта. Утром (в 9 час. 40 мин. по местному времени) раздался сильный взрыв, за которым тотчас же последовали другие, сливаясь в громкий гул, напоминающий полет реактивного самолета. На высоту 80—120 м выбрасывалась грязевая масса, которая разлилась вокруг на 6 км<sup>2</sup>. Поверхность здесь по внешнему виду напоминала глубоко вспаханную землю. Грязь, вначале жидкая, довольно

скоро твердела и уже через 3—4 часа после начала извержения по ней можно было ходить не проваливаясь.

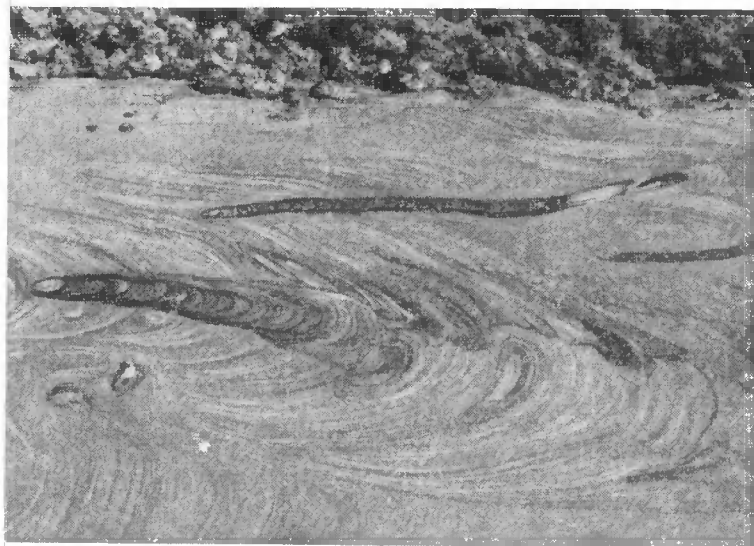
На месте канала извержения, на сравнительно ровной поверхности грязевого поля, возвышался небольшой усеченный конус, высотой до 1,4 м и диаметром в 4—5 м. Из углубления в вершине конуса непрерывно выделялся холодный бесцветный газ<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> В его составе отмечено 30—45 % метана, 50—70 % углекислого газа, 0,5—1 % кислорода и 1,5—5 % азота.



Общий вид грязевого поля. В центре — окруженный свежими потоками грязи конус, из которого произошло извержение вулкана Южно-Сахалинского (*вверху*). Маслянистые пленки на поверхности грязевой массы (*в середине*). Южный грязевой поток увлек за собой стволы деревьев (*внизу*)

Фото А. Подзорова, Е. Федорова, Т. Воронова



Неподалеку от этого конуса находилось еще несколько газовых выходов, из которых на следующий день вместе с газом стало поступать небольшое количество очень жидкой грязи. В составе грязи обнаружены борная кислота, йод, мышьяк.

От главного грязевого поля в юго-восточном направлении быстро двигался «главный грязевой поток» (шириной 100—150 м, при глубине в средней части 3—4 м), который через 150 м разделился на небольшой, но широкий «Северный» поток (длиной 60 м) и «Южный» (длиной 300 м). В северо-западном направлении тоже двигались два грязевых потока, но более коротких (80 и 120 м длиной).

На поверхности грязевого поля к концу первых суток после начала извержения начали развиваться ориентированные перпендикулярно склону довольно глубокие (0,6—1,0 м) трещины. Наибольшее развитие их наблюдалось на выпуклых участках склонов. По-видимому, образование трещин связано с медленным движением грязевой массы и вызвано уплотнением частиц таянием погребенного под грязью снега. На вторые сутки после извержения появились пологие просадки, которые через 3 дня превратились в довольно глубокие ямы (50 × 30 м<sup>2</sup>, глубиной до 4,5 м).

Деревья на расстоянии 80—100 м к юго-востоку от кратера были совершенно лишены ветвей, а стороны стволов их, обращенные к кратеру, покрылись слоем грязи. Отдельные толстые сучья сохранились лишь на противоположной стороне стволов, да и то не на ближайших деревьях.

Кроме грязевого вулкана Южно-Сахалинский, на территории Сахалина есть и другой район проявления грязевого вулканизма — в восточной части острова. Обе группы грязевых вулканов связаны с крупным тектоническим нарушением типа надвига, протягивающегося вдоль острова. Но извержение Южно-Сахалинского вулкана интересно тем, что он не давал о себе знать по крайней мере лет 50.

В. Н. Ш и л о в,

А. Я. И л ь е в, А. В. П о д з о р о в

Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт СО АН СССР (п. Ново-Александровск)



# КОНЕЧНОСТЬ И БЕСКОНЕЧНОСТЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

ОБЗОР ПИСЕМ И СТАТЕЙ, ПОСТУПИВШИХ В РЕДАКЦИЮ

*Статью проф. Э. Кольмана «Конечность и бесконечность во Вселенной», опубликованную в № 11 нашего журнала за 1964 г., редакция сопроводила применением, приглашавшим специалистов различных отраслей знания (философов, физиков, астрономов и др.) принять участие в ее обсуждении. Публикуем выдержки из полученных откликов и ответ на них автора статьи.*

Учитель школы № 8 г. Кременчуга К. Е. Горпинич пишет, что статья «глубоко аргументированная и опирается на прочный фундамент современной науки. Конечно, спорить можно, спорить необходимо, и от этого только выиграют основные положения, выдвинутые в статье». Статья, подчеркивает далее автор письма, направлена на очищение марксистской философии от того, что в период культа личности проникло в нее не от науки и стало тормозить ее развитие.

Преподающий теоретическую механику в Красноярском политехническом институте В. Е. Штепан замечает: «Статья мне представляется одной из самых интересных за 1964 г.» Он согласен с автором, что «ни прямого, ни косвенного доказательства конечности или бесконечности Вселенной дать вообще невозможно, а диалектический материализм одинаково совместим с каждым из этих допущений». Но он полагает, что автор статьи предпочитает первое допущение, и аргументирует свою точку зрения рядом соображений о том, почему так сложилось, что материалисты больше склонны считать природу бесконечной. Однако можно изменить вопрос и спросить, откуда появилась идея о конечности Вселенной и что дало силу этой идее. Математические модели не могут решить, конечна или бесконечна Вселенная.

В мае 1965 г. Научным советом по философским вопросам естествознания при Президиуме АН СССР был организован симпозиум, на котором обсуждались проблемы бесконечности Вселенной в современной космологии. Информация об этом симпозиуме будет опубликована в одном из ближайших номеров журнала.

Это не агностицизм, а лишь здравая оценка всей сложности стоящей перед нами проблемы.

Проф. О. Е. Власов (Москва) признает статью интересной, но ставит в вину автору, что он «ограничился задачей рассказать о современных попытках найти научный ответ на поставленную проблему, воздержавшись от формулировки собственной точки зрения, вследствие чего оказались не исключенными отдельные противоречия». Поэтому он предлагает некоторые уточнения. Он исходит из того, что среди известных ядерных реакций наиболее значительную роль в качестве источника излучаемой звездами энергии могло бы играть образование гелия из водорода. Сделав допущение, что в среднем до настоящего времени вступило в реакцию около 50 % всего водорода, О. Е. Власов получает, что за счет поглощения излучения средняя кинетическая энергия галактик должна соответствовать скорости равной  $2,5 \cdot 10^4$  км·сек<sup>-1</sup>. Учитывая далее, что по закону Хаббла скорость разбегания при равномерном расширении должна возрастать на периферии метagalактики, он определяет ее в  $3,2 \cdot 10^4$  км·сек<sup>-1</sup>, откуда вероятный в настоящее время средний радиус этой зоны получается равным  $1,3 \cdot 10^{22}$  км, а эта величина по своему порядку сходится с радиусом видимой части метagalактики. Отсюда, заключает он, «наиболее простым объяснением сохранения энергии внутри метagalактики является допущение конечности общего объема пространства, заключающего в себе метagalактику и исключающего возможность внешних потерь энергии».

*И. Т. Меркулов* (Ульяновск) пишет, что «полностью согласен с методологией автора, но не согласен с его выводами о конечности пространства и времени, так как трудно представить себе выход за это материальное конечное пространство-время».

*М. М. Куцев* (Куйбышев) высказывает сомнение по поводу объяснения внегалактического красного смещения эффектом Доплера. Он просит разъяснить, какие возражения вызывает следующая интерпретация этого явления: «Распространение света в веществе межзвездного пространства связано с поглощением и испусканием фотонов, причем за миллиарды лет, пока фотон движется к нам от далеких галактик, потери его энергии на излучение гравитационной волны могут оказаться значительными».

*П. Г. Чаптыков* (Ленинград) отрицательно отнесся к статье. Полагая, что «Вселенная — только часть материи», он вместе с тем отвергает теорию относительности. Не приводя тому доказательств, он допускает существование «скорости информации, пока не найденной, превышающей скорость света», причем сопровождает написанные им формулы замечанием: «Может быть, зависимости другие, но нам важен смысл, его философская сторона, пессимизм нам ни к чему». (Пессимистической он, по-видимому, считает гипотезу конечности).

*В. Н. Демин* (Ташкент) считает, что проф. Э. Кольман придерживается «крайнего взгляда на бесконечность», полагая, что прежние взгляды, в связи с новыми открытиями естествознания, устарели. По мнению автора письма, «если материя единственна, то она необходимо бесконечна. Признание бесконечности материи является неперемнным условием существования всякого материализма вообще. Может быть, именно на примере отрицания бесконечности с наибольшей отчетливостью становится видно, куда может завести мнение о том, что философия будто бы начинается там, где заканчивается естествознание,— тенденция, далеко не в последнюю очередь свойственная и теории относительности, из выводов которой исходит в своей статье Э. Кольман». Во всей остальной части своего отклика В. Н. Демин пытается утверждать, что марксистские философы, соглашающиеся с выводами теории Эйнштейна об относительности пространства, времени и одновременности, допускают ошибку.

Таким же противником теории относительности выступает *Р. Э. Тукман* (Таллин). Создав собственную теорию «природы сил движущейся материи», он предупреждает читателей, что она «не в ладу с признанными наукой теориями». Теорию относительности, равно как и квантовую теорию, Р. Э. Тукман считает «наиболее вредной из всех ошибочных и изживших себя теорий». Он заявляет: «... неправ Э. Кольман, утверждая, что наши представления о пространстве и времени претерпевают большие изменения». Эти изменения происходят только в голове тех, кто научен мыслить абстрактно-математическими функциями. Но как только победит какое-либо мнение, скажем теория ледниковых периодов, теория относительности и т. д., то победившая теория объявляется общепризнанной, единственно научной».

Доктор физических наук, доцент философского факультета университета им. Гумбольдта (Берлин, ГДР) *Г. Гёрц* пишет, что он полностью согласен с тем, что необходимо покончить с устаревшими догматическими взглядами на бесконечность материи. Вместе с тем, у него с автором есть некоторые расхождения. Хотя в статье и говорится об общем, философском понятии бесконечности, все же в ней односторонне рассматривается лишь бесконечность пространства и времени и остается в стороне философское значение положения о бесконечности материи, на которое указывали Энгельс и Ленин. Недостаточно четко разграничены вопросы исследования материи философией и отдельными науками. К тому же не сказано ясно, отклоняет ли проф. Э. Кольман вообще философское понятие бесконечности, или же только такое понятие, которое не вытекает из результатов естествознания. По мнению Г. Гёрца, можно обосновать философское положение о бесконечности материи, но при этом (что как раз и является центром тяжести аргументации проф. Э. Кольмана) оно должно быть очищено от устаревших взглядов. Из этого положения, по его мнению, вытекают дальнейшие философские задачи, как-то: освещение отношения симметрии и асимметрии материальных процессов, непрерывности и прерывности пространства и времени, различных мощностей бесконечности, при использовании всего того, что в этом отношении дала математика. Поэтому следует покончить с односторонним обсуждением положения о бесконечности материи, надо выдвигать

В особенности гносеологическую и антидогматическую стороны этой проблемы, не ограничивая борьбу мнений, а, наоборот, поощряя ее.

Обстоятельной статьей откликнулся на выступление проф. Э. Кольмана доктор философских наук проф. С. П. Дудель (Москва). Он прежде всего рассматривает научную абстракцию модели пространственно конечной, хотя и неограниченной, расширяющейся в «никуда» Вселенной. Эта модель — одна из относительных истин современной науки. Автор считает, что в статье Э. Кольмана она непомерно абсолютизируется. Неправоммерно предложение отказаться в философии и космологии от самого понятия бесконечности. Ссылаясь на выводы «машинной» математики, Э. Кольман рассматривает понятие бесконечности как экстраполяционную абстракцию, «для которой — вопреки мнению, высказанному Энгельсом в «Диалектике природы», но устаревшему в связи с новыми открытиями в естествознании, — мы не знаем никаких подлинных прообразов в природе. ...оно... лишь заменитель для «громодно большого» (или «громодно малого») неопределенного. Пока наука оперирует понятием «бесконечность», она не ставит этим проблему»<sup>1</sup>. С. П. Дудель считает, что выводы одной из отраслей специальной науки нельзя механически переносить на категории, имеющие общемировоззренческое, методологическое значение.

В действительности любой конечный объект является доподлинным прообразом бесконечного, характеризующего неисчерпаемость материи. Незакономерна подмена диалектики исследуемого объекта (конечность и бесконечность Вселенной) вопросом о трудностях или даже невозможности считать сколь угодно большое, но все же лишь конечное множество. Это означает перевод всей проблемы из сферы диалектики самого объекта в сферу лишь познавательного акта.

Наука ставит важную проблему изучения бесконечного в конечном и это требует рассмотрения объектов, включая всю Вселенную, в движении, в единстве противоположностей.

Э. Кольман не укладывающиеся в его схему положения Энгельса объявляет устаревшими, но в этой же статье пытается опереться на Энгельса, якобы признававшего на-

личие принципиально непознаваемых явлений, относя к этому классу явлений бесконечность. Но хорошо известно, что Энгельс, как и все материалисты, решительно отвергал агностицизм.

По поводу утверждения Э. Кольмана, будто диалектический материализм одинаково совместим с признанием как пространственной конечности, так и пространственной бесконечности Вселенной, С. П. Дудель пишет: «Вернее было бы сказать, что диалектический материализм одинаково несовместим как с упрощенным признанием «дурной» бесконечности, так и с метафизически абсолютизированным признанием одной лишь конечности Вселенной». Для правильного решения вопроса о единстве конечного и бесконечного в неисчерпаемом материальном мире надо исходить из диалектико-материалистического принципа: «Движение есть сущность времени и пространства. Два основных понятия выражают эту сущность: (бесконечная) непрерывность (Kontinuität) и «пунктуальность» (= отрицание непрерывности, прерывность). Движение есть единство непрерывности (времени и пространства) и прерывности (времени и пространства). Движение есть противоречие, есть единство противоречий»<sup>1</sup>.

Однако во всех рассматриваемых в статье Э. Кольмана четырех мыслимых моделях Вселенной пространство и время признается либо только конечным, либо только бесконечным. Ни в одном случае нет признания единства конечного и бесконечного в отношении пространства или в отношении времени.

Вся постановка вопроса в статье проф. Э. Кольмана, по мнению проф. С. П. Дуделя, не выходит за пределы формально логического противопоставления «или-или».

\* \* \*

Получив, так сказать, «заключительное слово», проф. Э. Кольман выразил большое удовлетворение тем, что статья вызвала живой обмен мнениями, и сделал к полученным письмам следующие замечания.

1. Как указано в самой статье, она не ставила себе целью решить, бесконечна или конечна Вселенная в пространстве и времени, а только показать, что с положениями о материальности мира и о его диалектическом развитии совместимы обе эти гипотезы. Кроме того, статья не могла охватить все вопросы, быть «бесконечной».

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 11, стр. 41—42.

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 231.

2. «Предпочтение» идее конечности (финитизму) — лишь эвристическое; всякая бесконечность означает неопределенность, между тем как гипотеза конечности ставит научную проблему о причинах того или другого значения конечной величины. Следует также учесть финитистские тенденции современной математики, логики, физики космологии.

3. Верно, что математические модели Вселенной не могут дать окончательного решения проблемы бесконечности, однако их значением не следует пренебрегать; так, эллиптическая (замкнутая) или гиперболическая (открытая) модель — это не только термины, относящиеся к математическим уравнениям, ибо эти уравнения в известном приближении схематически отражают характер наблюдаемой части Вселенной, в иерархических моделях, как показал в 1922 г. Шелети, в процессе эволюции Вселенной подсистемы распливаются в высших системах, что не соответствует наблюдаемой действительности; не следует смешивать местную кривизну пространства с его кривизной в целом; для выбора модели наблюдаемой части Вселенной решающее значение имеет величина средней плотности вещества Вселенной, но ее определение пока крайне ненадежно; однако и его уточнение не решит проблему для Вселенной в целом.

4. Объяснение внегалактического красного смещения с помощью гравитационных волн представляет собой попытку объяснить факт, установленный опытом, при помощи явления, еще экспериментально не установленного, многие стороны которого крайне гипотетичны. Кроме того, красное смещение, которое могло бы быть вызвано гравитационным излучением, на много порядков меньше наблюдаемого.

5. Нельзя согласиться с аргументами, строящимися на открытом или замаскированном отрицании признанных наукой теорий, как, например, теория относительности, истинность которой доказана 60-летним опытом. Научное мировоззрение марксизма-ленинизма должно отвергнуть философствование, несовместимое с научным методом мышления, который всегда опирается на установленные экспериментами и наблюдениями факты. К науке нельзя подходить с точки зрения благих пожеланий и чувств. Мы подчиняем «силы природы» своим целям не потому, что нарушаем ее законы, а потому, что, узнав их, научаемся их использовать.

6. Ненаучны попытки создать какую-то универсальную, объясняющую все на свете теорию «сил движущейся материи», признающую — лишь под другим названием — эфир, т. е. заполняющую все пространство вещественную среду. Эта теория не пользуется математическим анализом, а признает только наглядность, движение как механическое перемещение в среде, отрицает изменчивость наших представлений о пространстве и времени.

7. Сравнение, которое проводит Р. Э. Тукман между наукой и религией, в корне неверно. Утверждение, будто наука, отвергая одни теории и настаивая на истинности других, столь же догматична, как религия, — глубоко ошибочно. Наука делает так тогда, когда эксперименты, практика, опровергают ту или другую теорию, устанавливая, что выводы из нее противоречат материальной действительности, между тем как выводы из другой теории действительностью подтверждаются. Религия же настаивает на своих догматах, не только не сличая их с действительностью, но и запрещая делать это, провозглашая, что даже мысль об этом — кощунственное неверие. Правда лишь то, что в обществе, где господствует частная собственность на средства производства и где науку вынуждают служить ей, где господствующей идеологией является мировоззрение класса собственников, стремящегося сохранить неизменными существующие порядки, — в таком обществе новые, противоречащие «общепринятым» идеи, в том числе и в науке, часто с большим трудом пробивают себе дорогу. Попытки монополизировать науку, отдельные научные направления, иногда наблюдаются и в нашем обществе (период культа личности создал для этого благоприятную почву). Но борясь решительно против подобных извращений, против всех видов зажима дискуссий в науке, нельзя, однако, допускать, чтобы этой борьбой прикрывались попытки выдавать антинаучные, доморощенные, а порою просто бредовые «теории» за подлинно научные. Нельзя согласиться с проповедью «мирного сосуществования» научных и лженаучных теорий: ледниковой теории (в геологии), библейской легенды о всемирном потопе (дилuviанизм) или же антиэволюционистской теории катастроф Кювье и т. д.

8. То обстоятельство, что человек не в состоянии чувственно, наглядно представить нечто, не может служить доказательством то-

го, что этого нет в природе. Ведь из того, что в природе нет ничего, кроме движущейся материи и ее проявлений, вовсе не следует, будто мы должны уметь создавать себе представления всего существующего в природе. Так, например, никто не способен представить себе скорость света, или хотя бы одну треть ее, и тем не менее такие скорости существуют и их можно измерить. Подобных примеров можно привести великое множество.

9. Нельзя, как это делает В. Н. Демин, признавать на словах теорию относительности, а на деле требовать отказа от ее основных положений, с падением которых рушится все стройное здание этой теории. Философ-материалист должен считаться с тем, что эта теория проверена практикой.

10. Мы согласны с замечанием Г. Гёрца, что наша статья далеко не освещает все многочисленные аспекты проблемы, но мы и не задавались этой целью. Заметим лишь, что, на наш взгляд, материя, будучи абсолютной, т. е. ничем другим не обусловленной, соотносится сама с собой, а поэтому она во всех отношениях замкнута. В этом смысле к ней применимо то понятие «бесконечности», которое приводит Маркс и которое в своих заметках выписал себе и Энгельс. Это «та бесконечность, которой вещи не достигают, двигаясь в одном направлении», но которая «достигается ими путем кругообращения»<sup>1</sup>.

11. К статье проф. С. П. Дуделя заметим, что вопреки его утверждению, мы высказывались не за пространственно-временную конечность, не за бесконечность Вселенной, а за то, что обе эти концепции — гипотезы, одинаково совместимые с диалектическим материализмом, но концепция конечности имеет эвристическое преимущество. В противовес приведенному нами в начале статьи «общепринятому» противопоставлению конечности или бесконечности, мы допускаем, что эти понятия ко «Вселенной как целому» неприменимы, и мы считаем их не диалектическими, а формально-логическими противоречиями, подобно понятиям «нечестный» и «честный». Признание теории относительности научной теорией не означает ее абсолютизации. Как и всякая теория, она имеет ограниченную область действия и в будущем может оказаться лишь предельным случаем более общей теории. Но при этом прочно установленные выводы из нее, к которым принадлежит и принципиальная невозмож-

ность взаимодействия и причинной связи между событиями, происходящими по разные стороны светового конуса, не будут отменены. Диалектический материализм не может строиться на домислах, а должен опираться на прочный фундамент науки. Для того, чтобы, как говорит проф. С. П. Дудель, «не суживать горизонт научной философии достигнутым уровнем современной ему науки», В. И. Ленин ясно и многократно подчеркивал, что диалектический материализм не связывает себя признанием или отрицанием тех или других взглядов на строение вещества, на геометрию пространства (а к ней относится и его замкнутость или разомкнутость) и т. д., а что в центре его внимания находится гносеологический вопрос. В этом плане он писал и о неисчерпаемости электрона, указывая, что он далек от того, чтобы заниматься проблемами, входящими в область физики.

В заключение проф. Э. Кольман отмечает, что оба примечания редакции, на стр. 38 и 41, не противоречат положениям, высказанным в статье. Первое указывает, что разбегание галактик должно было начаться, по современным данным, 10—15 млрд. лет назад, между тем как в статье говорится о сроке примерно в полтора миллиарда лет назад, на который ссылались, при зарождении теории расширяющейся Вселенной, ее религиозные и идеалистические толкователи. Разница в этих сроках объясняется тем, что, благодаря уточнению измерений, многие космические постоянные были исправлены (так, для постоянной Хаббла в 1921 г. Эйнштейн приводил значение  $432 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$  на  $10^6 \text{ парсек}$ , между тем как по данным 1954 г., оно равно  $174 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$  на  $10^6 \text{ парсек}$ ), что, впрочем, для данного вопроса принципиального значения не имеет. Второе примечание редакции о неинвариантности понятия конечности или бесконечности времени дополняет высказанную в статье мысль — вытекающую из работ А. Л. Зельманова — о неприменимости привычных понятий «конечности» и «бесконечности» пространства ко Вселенной в целом.

\* \* \*

Конечна или бесконечна Вселенная — это прежде всего естественнонаучная проблема. Современная наука не обладает еще опытными данными для однозначного ответа на этот вопрос. Поэтому было бы антинаучно абсолютизировать какую-либо точку зрения и только ее считать совместимой с диа-

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 164, прим. 10а.

лектическим материализмом. Точно так же нельзя решить, исходя из общефилософских положений, такую естественнонаучную проблему как расширение Вселенной и разбегание галактик. Вполне справедливо высказывание чл.-корр. АН СССР В. Л. Гинзбурга: «Нельзя было не удивляться, когда некоторые авторы утверждали, что расширение изученной части Вселенной, разбегание галактик противоречит материализму. Между тем подлинно материалистическая позиция состоит в признании существования Вселенной вне зависимости от человеческого сознания и до появления этого сознания, а не в со-

вершенно антинаучном предписывании природе ее законов, в данном случае законов движения галактик»<sup>1</sup>.

Несомненно, обсуждение всех этих проблем, обмен мыслями и разными точками зрения способствует прежде всего устранению догматизма, субъективизма при исследовании сложных вопросов, имеющих большое мировоззренческое значение. Это, в конечном счете, принесет большую пользу и естествоиспытателям и философам.

УДК 210

<sup>1</sup> «Коммунист», 1965, № 4, стр. 62.



## ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

В октябре 1965 г. в издательстве «Наука» выйдет в свет сборник «Исследования космического пространства». В нем собраны материалы конференции, состоявшейся в Москве 10—16 июня 1965 г. и рассмотревшей итоги и перспективы космических исследований.

В статьях, включенных в сборник, освещаются результаты исследований верхней атмосферы и ионосферы Земли; корпускулярных потоков, магнитосферы и радиационных поясов Земли; космических лучей, а также другие исследования по физике космического пространства.

Впервые публикуются новые результаты экспериментальных исследований, выполненных при помощи спутников «Космос» и «Электрон». В ряде статей освещаются теоретические аспекты исследований по физике космического пространства.

Объем книги 45 л., цена 3 р. 35 к.

Заказы на книгу направлять по адресу: Москва, Б. Черкасский пер., д. 2/10, контора

«Академкнига», или в ближайший магазин «Академкниги»: Алма-Ата, ул. Фурманова, 139; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Киев, ул. Ленина, 42; Ленинград, Литейный проспект, 57; Москва, ул. Горького, 8; Москва, ул. Вавилова, 55/5; Новосибирск, Красный проспект, 51; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Ташкент, ул. К. Маркса, 29; Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; Уфа, Октябрьский проспект, 129; Харьков, Уфимский пер., 4/6.

Б. Кошкин

## ТАЕЖНЫЕ СЕКРЕТЫ

Иркутск, 1964, 62 стр., ц. 9 коп.

Южное Прибайкалье богато ягодами. Слово красным сукном покрывает брусника землю в урожайные годы. Крупные ягоды черной смородины до земли сгибают ветки. Выше, в горах, — черным — черно от черники. Тысячи людей ежегодно отправляются в тайгу и никто не возвращается без ягод. Тайга богата, но сурова. Чтобы узнать тайгу, надо жить в ней годами или, по крайней мере, иметь сведующего вожака, или хотя бы толковую книжку.



С большим интересом мы обращаемся к маленькой книжке «Таежные секреты». Автор известен в Западном Прибайкалье многим. Его знают как надежного сдатчика пушнины, знаком он и большим, которым помогает лесными травами. С большой охотой он показывает тайгу тем, кто мечтает познакомиться с ней в походах. В книге сказано и о жилье, и снаряжении, и о питании во время путешествия по тайге, и том, что и как можно взять у таежной природы, не вредя ей.

Т. Н. Гагина

Алма-Ата

## ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НА МАРСЕ

*9 марта 1965 г. было противостояние Марса — наиболее удобное время для наблюдения его поверхности с Земли. Советские астрономы произвели в это время многочисленные исследования, которые дали новые сведения о ней. Тем более актуальной становится публикуемая статья, автор которой использовал многие данные наблюдений за 55 лет, в основном полученные японскими астрономами и почти неизвестные советскому читателю.*

Проявления вулканической активности на Луне в настоящее время общеизвестны. Одно из первых наблюдений такого рода было сделано еще 4 мая 1783 г. Вильямом Гершелем. Сравнительно недавно — 3 ноября 1958 г. и 23 октября 1959 г. такие наблюдения были выполнены Н. А. Козыревым.

Значительно менее известны проявления вулканической деятельности на Марсе. Однако за последние 10—15 лет и о них получены очень интересные теоретические и наблюдательные данные. Эти результаты, учитывая сравнительную скудость наших ареологических<sup>1</sup> познаний, несомненно заслуживают внимания и дальнейшего изучения.

Первое предположение о вулканизме на Марсе было, по-видимому, сделано известным греческим исследователем этой планеты Е. М. Антониади, работавшим в Медонской обсерватории (Франция). Наблюдая во время противостояния 1909 и 1911 гг. на 83-сантиметровом рефракторе этой обсерватории марсианскую Страну Девкалиона (см. карту Марса на вклейке), он обнаружил вблизи нее своеобразные серые облака. Поскольку по своему цвету они совершенно не походили на наблюдаемые обычно на Марсе белые туманы и красноватые пылевые бури, то Антониади приписал этим облакам вулканическое происхождение.

<sup>1</sup> От греч. Арей — Марс. Ареология — «геология» Марса. Применять термин геология и связанные с ним выражения к этой планете было бы этимологически неправильно, так как слово геология происходит от греческого названия Земли — Ге.

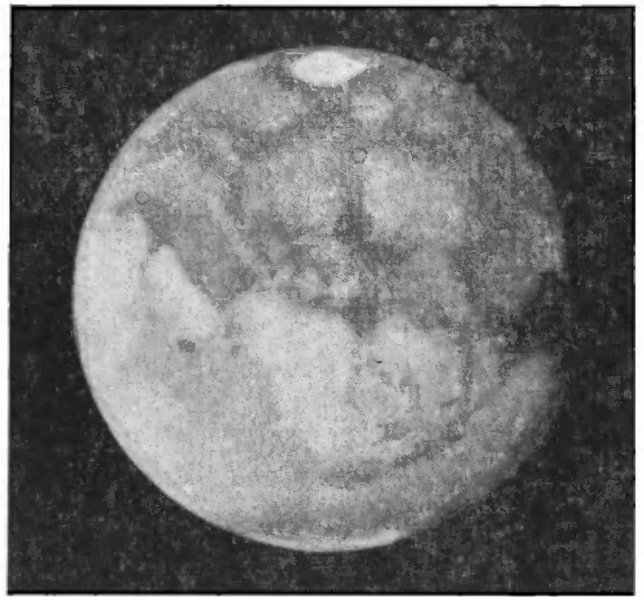
### ГИПОТЕЗА МАК-ЛАФЛИНА

В 1954—1956 гг. мичиганский астроном Д. Мак-Лафлин в шести статьях («Вулканизм и золотые отложения на Марсе», «Системы ветров и вулканы на Марсе» и др.) изложил свои теоретические соображения о марсианском вулканизме. По представлениям этого автора, на Марсе действуют многочисленные вулканы, расположенные в вершинах «морских» заливов. Выбрасываемый ими пепел разносится пассатными ветрами и систематически отлагается на марсианской поверхности, образуя линейные «каналы» и темные «морские» покровы зеленоватой окраски. Эта окраска определяется минералами типа хлоритов и эпидота, образующихся в присутствии  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в бескислородной атмосфере при выветривании ферромагнетических минералов, входящих в состав вулканического пепла. Хотя в ареологических работах Мак-Лафлина содержатся и рациональные зерна (например, о роли в формировании рельефа поверхности Марса, обусловленных деятельностью ветра золотых процессов), но его исходная гипотеза об интенсивном вулканизме на Марсе не может быть принята. Аргументы против теории Мак-Лафлина оказались настолько серьезными, что она была опровергнута, не успев получить признание хотя бы части ареологов. Основные возражения<sup>1</sup> сводились к тому, что цвет наблюдаемых на Марсе пылевых бурь желтый, а не черный или

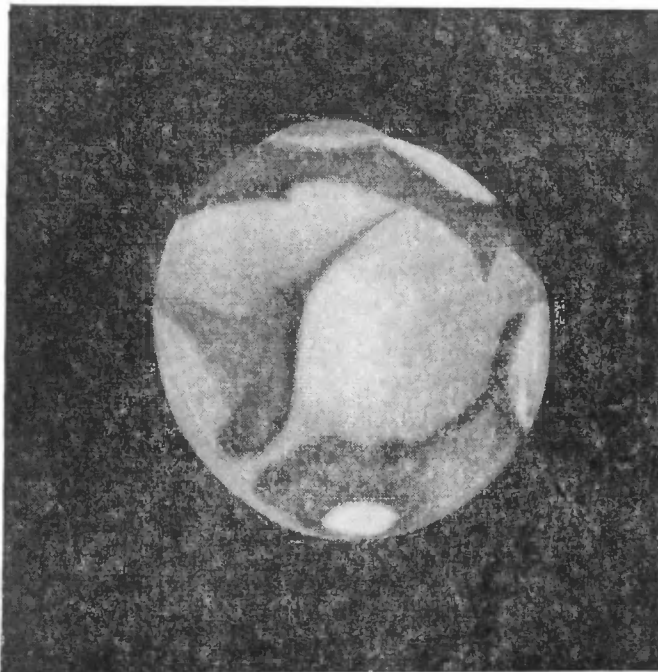
<sup>1</sup> См. Г. Н. Каттерфельд. «К вопросу о тектоническом происхождении линейных образований Марса». «Изв. географ. общества СССР», 1959 г., т. 91, № 3.



*Рис. 1.* Вид Марса в 33-дюймовый рефрактор Медопской обсерватории. Район Киммерийского моря. Кругком отмечено местонахождение центра серого облака, наблюдавшегося Ц. Саеки в 1950 г. Долгота центрального меридиана  $231^{\circ}$ . (По рис. Е. Антониади, 5 сентября 1924 г.). В южном полушарии (вверху, слева направо): Электра, Эридания, Авзония, Эллада. Эридания — место нескольких случаев появления серых облаков, обусловленных, как полагают, вулканической активностью. Эта страна была открыта берлинским астрономом Ю. Г. Галле в 1839 г. в 9,6-дюймовый рефрактор. В северном полушарии хорошо заметны Трехпутье Харона и Елисейское плато



*Рис. 2.* Вид Марса в 33-дюймовый рефрактор Медопской обсерватории. Район Сиренского и Киммерийского морей. Кругками отмечены местонахождения центров серых облаков, наблюдавшихся Ц. Саеки и С. Эбизавой в 1950 г. Долгота центрального меридиана  $197^{\circ}$ . (По рис. Е. Антониади, 5 ноября 1909 г.). В южном полушарии (вверху, слева направо): Фазтония, Электра, Эридания. В северном полушарии хорошо заметно Трехпутье Харона



черно-серый, как должно быть согласно гипотезе Мак-Лафлина, и что действительный цвет «морей» отнюдь не зеленоватый. По мнению многих ученых, эти «моря» имеют растительную природу и «каналы» — это не пепловые выбросы, переносимые и отлагаемые узкими струями ветра (представления о которых с метеорологической точки зрения также были признаны неправильными), а полосы растительности, фиксирующие планетарные тектонические разломы литосферы Марса; ветровая дефляция и ветровой вынос ведут к образованию долин вдоль этих разломов. Так, еще основатель аэрографии

*Рис. 3.* Серое облако над юго-восточной частью Эридания, проектирующееся на южный (вверху) край Марса. (По рис. Цунео Саеки, сделанному 15 января 1950 г., в 19 час. 30 мин. всемирного времени, при долоте центрального меридиана  $202^{\circ}$  аэрографической долготы.) Видимый диаметр Марса составлял в это время 8,7 угл. сек. Обширное светлое пятно посредине диска Марса — Елисейское плато, к северо-западу от него (правее и ниже) — «канал» Альционий, темное утолщение на северо-восточном конце Альциония — Сифонийское озеро

Дж. Скиапарелли говорил о марсианских «каналах», что «составленная ими на поверхности планеты сеть первоначально обусловлена геологическим (в переносном смысле слова) образованием поверхности Марса и медленно развилась в течение столетий».

Тектонического объяснения марсианских линейных образований придерживаются в настоящее время все советские и зарубежные геологи и ареологи. Среди них достаточно упомянуть А. В. Хабакова (Ленинград), Ю. А. Ходака (Москва), П. М. Фролова (Москва), Курда фон Бюлова (Росток, ГДР) и Конрада Бенеша (Острава, ЧССР). Известный американский астроном Клайд Томбо (открывший в 1930 г. планету Плутон), ранее бывший сторонником метеоритной гипотезы происхождения сетчатой системы на поверхности Марса, теперь также склоняется к ареолого-тектонической трактовке марсианских линейных образований.

Если в результате вулканических процессов на земную поверхность ежегодно извергается около  $1 \text{ км}^3$  силикатных масс и воды, то, как можно показать, приток этих веществ на Марсе должен быть значительно меньше. Действительно, общее количество воды, аккумулируемой на поверхность Марса, эквивалентно нескольким миллиметрам в пределах полярных шапок и слою в  $0,01 \text{ мм}$  за их пределами. Таким образом, для Марса глобальное среднее значение может быть принято равным  $0,1 \text{ мм}$ . На Земле масса воды в  $1 \text{ кг/см}^2$  теряется из-за фотораспада за 3 млрд. лет. Для Марса же количество воды, эквивалентное слою в  $0,1 \text{ мм}$ , должно теряться всего лишь за 3 млн. лет. Такой же величины должен быть и современный приток водных масс вулканического происхождения, возмещающий эту убыль. Этот приблизительный подсчет показывает, что вулканическая деятельность на Марсе, несомненно существует, но ее интенсивность на несколько порядков слабее земной и, во всяком случае, на много порядков меньше той, которая необходима Мак-Лафлину для подтверждения его гипотезы.

#### ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ВУЛКАНИЗМА

Каковы же наблюдательные данные, непосредственно свидетельствующие о возможности вулканических проявлений на Марсе? К настоящему времени известны по меньшей мере тринадцать достоверно зарегистрированных случаев, которые могут быть истол-

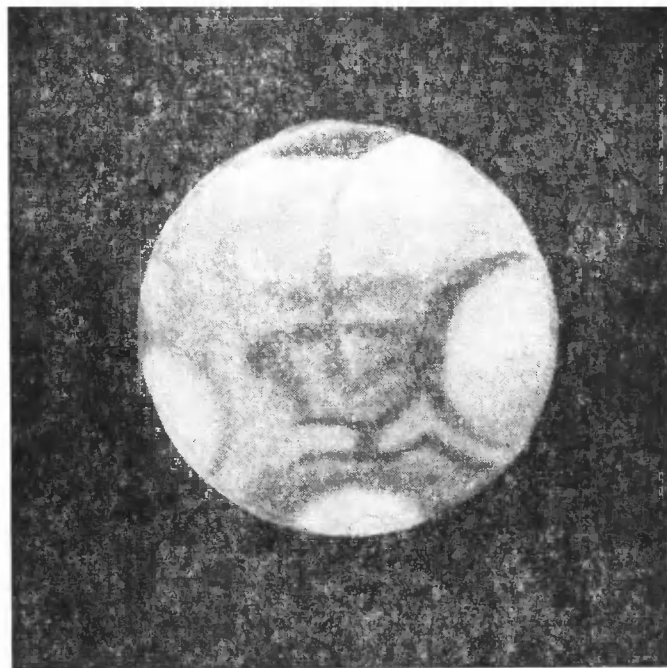


Рис. 4. Серое облако над юго-восточной частью Моря Сирех, проектирующееся на южный (вверху) край Марса. (По рис. С. Эбизавы, сделанному 29 марта 1950 г. в 11 час. 55 мин. всемирного времени, когда долгота центрального меридиана была равна  $160^\circ$ ). В правой части диска Марса — Елисейское плато

кованы как проявления вулканической деятельности на этой планете. Они сводятся к наблюдениям на Марсе серых облаков, не похожих на те белые туманы и красноватые пылевые бури, которые обычно наблюдаются на Марсе, и ярких вспышек, превосходящих по своей светлоте полярные шапки и белые облака Красной планеты. Эти явления наблюдались, в частности, в 1937 и 1950—1958 гг. в основном японскими астрономами.

15 января 1950 г. Цунео Саки в восьмидюймовый рефлектор обнаружил в районе Эридания и Электры (рис. 1 и 2), на  $58^\circ$  ю. ш. и  $202^\circ$  долготы, гигантское серое облако круглой формы, с диаметром около  $750 \text{ км}$  (рис. 3). Ни по цвету, ни по высоте оно не походило на белые туманы и красноватые пылевые бури, наблюдающиеся на Марсе. Облако находилось на высоте  $100\text{—}200 \text{ км}$  над поверхностью планеты. 29 марта 1950 г. С. Эбизава (Токио) в 6-дюймовый рефлектор наблюдал второе аналогичное облако над юго-восточной частью Моря Сирен (рис. 4), продержавшееся 4 дня и все время менявшее окраску.

В марте и апреле 1952 г. на границе Эридания и Киммерийского моря (см. карту на вклейке) Эбизава вновь наблюдал два но-

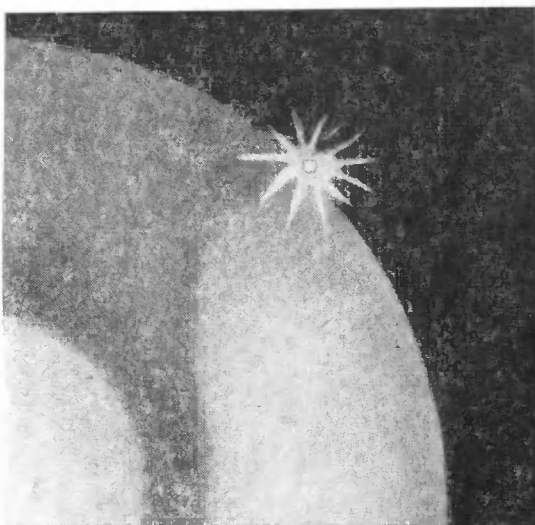


Рис. 5. Яркая вспышка на Марсе вблизи Сифонийского озера 4 июня 1937 г. (По рис. Сиццо Маеда)

вых случая появления серых облаков. Наблюдения ярких вспышек сведены в таблицу.

Все эти чрезвычайно любопытные с вулканологической точки зрения взрывообразные явления, наблюдавшиеся на Марсе не только в последние 15 лет, но и в предшествующие годы, позволяют сделать важные выводы.

Длительность большей части вспышек, по наблюдениям различных астрономов, приблизительно одинакова и составляет около 5 мин. Частота появлений вспышек и серых облаков сравнительно высока; при этом в южном полушарии они наблюдались чаще, чем в северном, а на  $35^\circ$  ю. ш. и на экваторе чаще всего.

Эти яркие небольшие пятна и серые облака появляются, как правило, либо на границе темных (более пониженных) и светлых (более высоких) областей, либо в местах пересечения нескольких «каналов» вблизи так называемых «оазисов». В тектоническом отношении каналы представляют собой протяженные разломы литосферы Марса, а «оазисы» — центры разломообразования. Границы пониженных и приподнятых областей в большинстве случаев также определяются разломами. Так как разломы — это ослабленные и наиболее проницаемые участки коры планеты, вдоль которых происходит дегазация ее недр, такая локализация находит свое наиболее простое и естествен-

ное объяснение именно с вулканологической точки зрения. Как указывает немецкий планетолог Курд фон Бюлов, процесс дегазации недр Марса обычно спокойно протекает вдоль линий разломов его поверхности, но во взрывную фазу дегазация происходит уже не вдоль границ различно приподнятых глыб, а сосредоточивается в точке пересечения разломов — «оазисе».

С другой стороны, те области на Марсе, в которых появляются яркие вспышки, по-видимому, представляют собой районы со сложным рельефом, где могут существовать особые метеорологические условия. Быстрое развитие белых облачных масс, состоящих из водяного пара, выброшенного действующими вулканами с перемежающейся взрывной деятельностью, может в этом случае сочетаться с внезапным развитием облаков водяного пара вокруг быстро восходящих струйных течений в атмосфере, обусловленных сложными метеорологическими процессами над этими ограниченными районами.

Если нанести на карту Марса местоположения наблюдавшихся на нем взрывообразных явлений, то обнаружится еще одна замечательная черта: все они распределяются по поверхности планеты отнюдь не случайным образом, а тяготеют к узким зонам следующих пяти параллелей:  $0^\circ$  (5 или более вспышек),  $35^\circ$  с. ш. (1 вспышка или более) и  $35^\circ$  ю. ш. (2 или более вспышек и 3 серых облака),  $62^\circ$  с. ш. (1 вспышка) и  $62^\circ$  ю. ш. (1 серое облако). Для Земли, в связи с большой сейсмической, тектонической и геоморфологической подвижностью литосферы и повышенной вулканоматической деятельностью в зонах влияния этих параллелей, они уже давно получили в геологической литературе название «активных»<sup>1</sup>. Таким образом, к отмеченным уже ранее следам проявления активных параллелей в литосфере Марса (Г. Н. Каттерфельд, 1959) можно добавить зональное, связанное с этими же параллелями, распределение взрывных явлений, наблюдавшихся на поверхности и в атмосфере Марса в последние десятилетия. Эта впервые выявленная особенность, на которую ранее не было обращено внимания, служит еще одним доводом в пользу вулканической гипотезы.

Тщательная наблюдательная проверка не обнаруживает на Марсе рядов небольших белых пятен, которые, в случае их существ-

<sup>1</sup> См. Г. Н. Каттерфельд. «Лик Земли и его происхождение». Географгиз, М., 1962 г.

# Яркие вспышки на Марсе

| Дата        | Наблюдатель        | Инструмент и обсерватория                                                 | Место вспышки                                                                                       | Характеристика вспышки и ее продолжительность                                                                                                                                                                                           |
|-------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.VI—1937   | Сицуо Маеда        | 8" рефлексор                                                              | Вблизи Сифонийского озера (северная широта 55° и долгота 240°)                                      | Значительно ярче как полярной шапки, так и белых облаков. Мерцала подобно звезде (рис. 5) и спустя 5 мин. скрылась из виду (возможно вследствие вращения планеты)                                                                       |
| 8.XII—1951  | Цунео Саеки        | 8" рефлексор Планетария в Осака                                           | Западная часть экваториального Тифонийского озера                                                   | Более яркая, чем северная полярная шапка. Мерцающий свет и яркость звезды 6-й величины в течение 5 мин. Затем стала гаснуть и превратилась в сероватое облако диаметром более 300 км (рис. 6 и 8). Все явление длилось около 40 мин.    |
| 1.VII—1954  | »                  | То же                                                                     | Идумейский мыс (на экваторе)                                                                        | Цвет в течение 10 сек. изменялся от желтовато-белого до яркого чисто белого, а затем вернулся к желтовато-белому. Длительность самой вспышки 5 сек. (рис. 7 и 9).                                                                       |
| 24.VII—1954 | Кларк Мак-Клелленд | 13" рефрактор. Аллегенская обсерватория Питтсбургского университета (США) | Идумейский мыс                                                                                      | Была видима около 58 сек. По заключению наблюдателя, вызвана вулканическим извержением.                                                                                                                                                 |
| 6.XI—1958   | Сигейи Танабе      | 8 см рефлексор в Сицуоке                                                  | ЮЗ край Тифонийского озера                                                                          | Яркость, как у полярной шапки в течение 4 мин. (рис. 10).                                                                                                                                                                               |
| 10.XI—1958  | Саненобу Фукуи     | 25 см рефлексор в Кобе                                                    | СВ часть озера Солнца                                                                               | Яркость, как у полярной шапки в течение 5 мин. Диаметр пятна (по рисунку) около 250 км (рис. 11).                                                                                                                                       |
| 21.XI—1958  | Цунео Саеки        | —                                                                         | Северный край Эллады и Идумейский мыс                                                               | Два светлых пятна. Видимость ниже 5 по стандартной шкале                                                                                                                                                                                |
| 21.XI—1958  | Ициро Тасака       | 32,5 см рефлексор в Вакаяме                                               | То же                                                                                               | Те же пятна (рис. 12), но видимость 6-7. Над северной частью Эллады желтовато-белое облако. Обе вспышки продолжались около 5 мин., вместе с фазами возрастания и уменьшения блеска — 15 мин. Через несколько минут вспышки повторились. |
| 5.XI—1958   | Садао Муралма      | 20 см рефрактор Национального научного музея в Токио                      | К югу от Танаисского плато, на ЮЗ краю Моря Афродиты (= Ацидалии). Северная широта 35°, долгота 42° | Небольшое, но очень яркое пятно белого цвета. Продолжит. около 5 мин. С 23.VII по 3.VIII—54 г. подобное белое пятно на этом же месте наблюдал Цунео Саеки в виде небольшого очень яркого облака                                         |

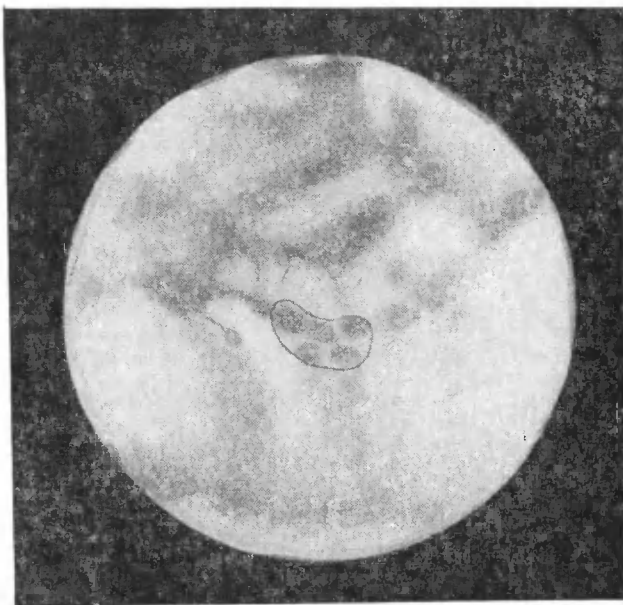


Рис. 6. Вид Марса в 33-дюймовый рефрактор Медонской обсерватории. Район озера Солнца. Тифонийское озеро обведено кружком. Долгота центрального меридиана  $87^{\circ}$ . (По рис. Е. Антониади, 4 декабря 1911 г.)



Рис. 7. Вид Марса в 33-дюймовый рефрактор Медонской обсерватории. Район Савского залива. Выше — Страна Девкалиона, место предполагаемых вулканических проявлений, наблюдавшихся Антониади. Идумейский мыс помечен крестиком. Долгота центрального меридиана  $322^{\circ}$ . (По рис. Е. Антониади, 15 сентября 1926 г.)



Рис. 8. Последовательные стадии развития вспышки, наблюдавшейся 8 декабря 1951 г. над Тифонийским озером. Рисунки сделаны Цунео Саеки, в 21 час. 00 мин., 21 час. 05 мин., 21 час. 10 мин. и 21 час. 40 м. всемирного времени

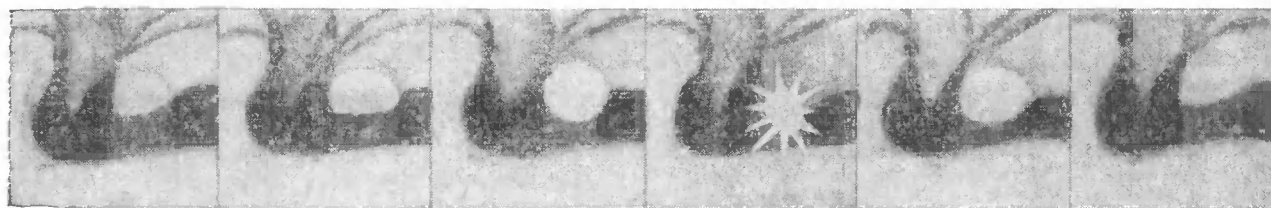
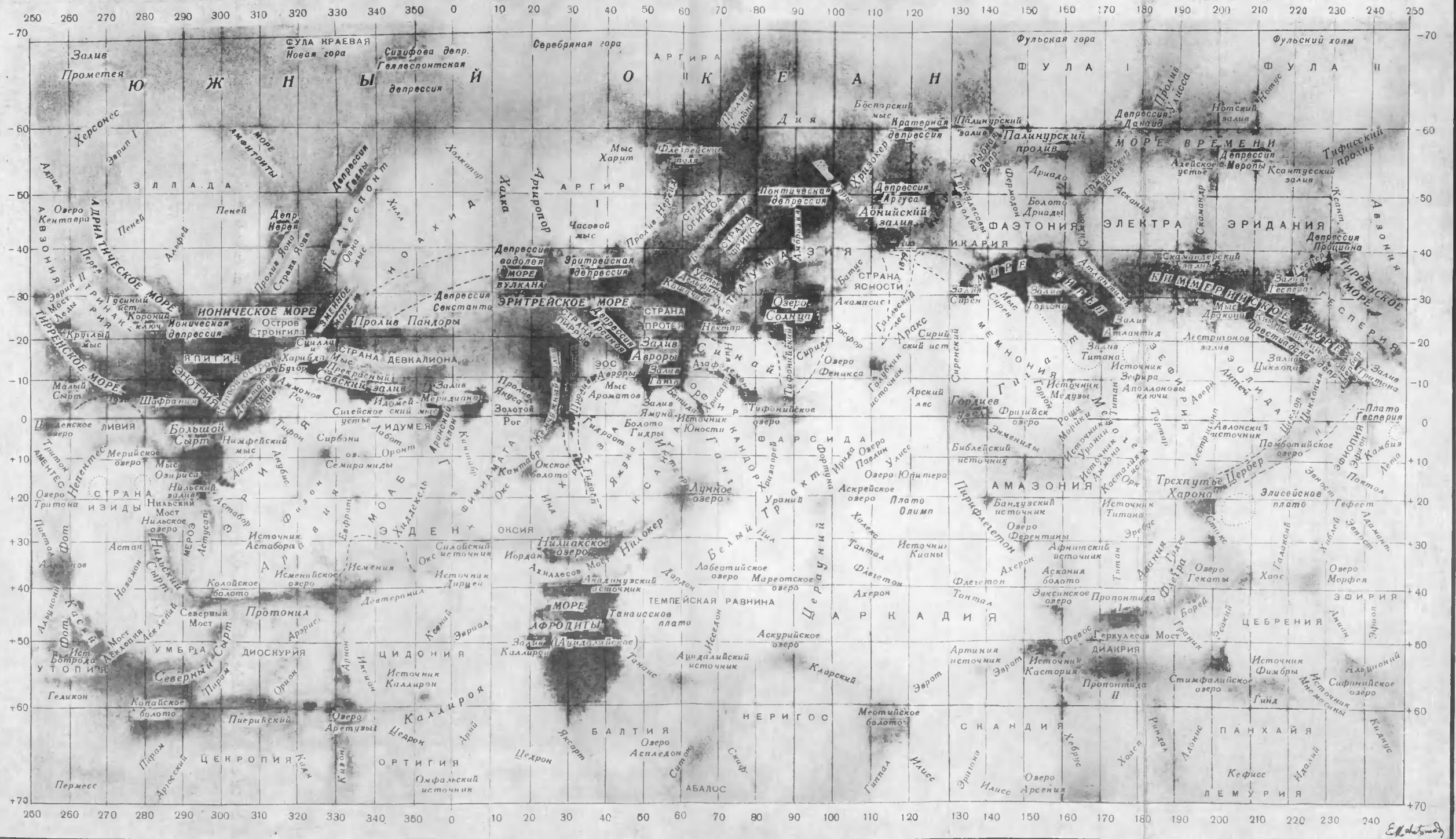
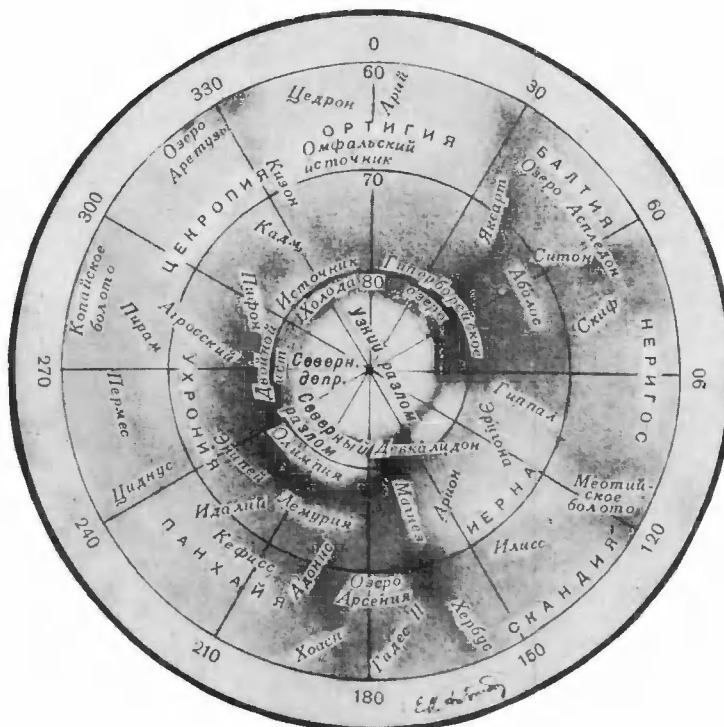
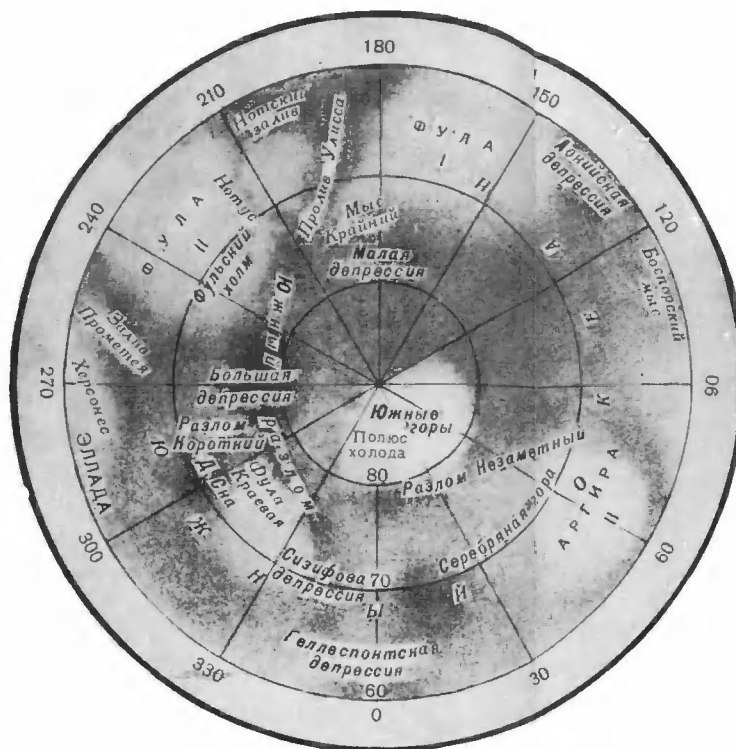


Рис. 9. Семь стадий развития необычной вспышки над Идумейским мысом, наблюдавшейся 1 июля 1954 г. Рисунки сделаны Ц. Саеки, с интервалами между ними в 2, 1, 1, 2 и 2 сек.





Полярные области Марса

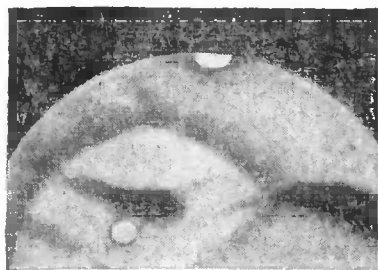


Рис. 10. Яркая вспышка вблизи юго-западной части Тифонийского озера 6 ноября 1958 г. (по рис. Сигей Танабе)

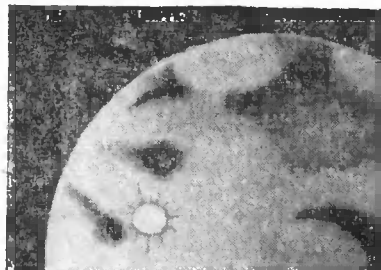


Рис. 11. Яркая вспышка над северо-восточным краем озера Солнца 10 ноября 1958 г. (по рис. Саненобу Фукуи)

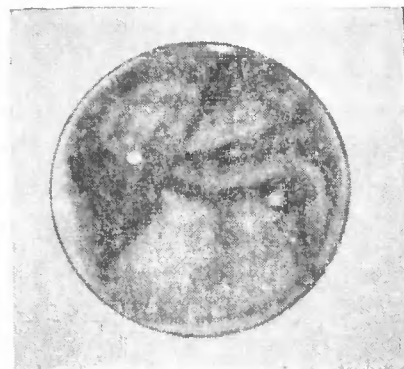


Рис. 12. Яркие вспышки над Идумейским мысом и северным краем Эллады 21 ноября 1958 г. (по рис. Ициро Тасака)

воваания, указывали бы нам на цепи вулканов. Видимы только немногие, изолированные белые пятна; это показывает, что вулканизм на Марсе имеет меньшее распространение, чем на Земле. Такое заключение хорошо согласуется с незначительным количеством воды на Марсе в твердой фазе (иней на плато Елисейском, Танаисском, Эллады, Олимпа и др. и полярные шапки), водяных паров и двуокиси углерода, являющихся, как известно, побочными продуктами вулканических извержений.

*Г. Н. Каттерфельд*  
Кандидат географических наук

Председатель Комиссии планетологии Всесоюзного географического общества (Ленинград)

Редакция обратилась к старшему научному сотруднику Государственного астрономического института им. Штернберга при МГУ Юрию Павловичу Псковскому с просьбой высказать свои замечания о вулканической активности на Марсе.

Гипотеза Г. Н. Каттерфельда о вулканическом характере некоторых загадочных явлений на Марсе несомненно интересна как для специалистов и данной области, так и для людей, увлекающихся планетной астрономией, вулканологией и смежными с ними дисциплинами.

Однако в рассуждениях автора имеются положения, с которыми трудно согласиться. Например утверждение, что расположение вспышек по «активным параллелям» на Марсе говорит в пользу их вулканического происхождения, — необоснованно. Так, вдоль «активных параллелей» на Земле, подробно

описанных в брошюре автора «Лик Земли», повышенной вулканической деятельности не заметно. Главные очаги земной вулканической деятельности концентрируются вдоль меридиональных разломов и горных цепей (Кордильеры, Камчатка — Курилы — Япония — Индонезия) и реже — вдоль параллелей (только азорские вулканы и средиземноморские). Таким образом, между «активными параллелями» и вулканизмом связи не обнаруживается. Тем не менее любопытна найденная Г. Н. Каттерфельдом тенденция к этим параллелям некоторых явлений на Марсе.

Возможно, рано делать окончательные выводы и по поводу «тенденции к параллелям». Случайные наблюдения вспышек еще мало что могут сказать. Необходимо «патрулирование» поверхности Марса, систематическое наблюдение за ним силами ученых разных стран в подходящие сезоны. В сущности, если бы на всем земном шаре была прекрасная погода, наблюдатели могли бы не выпускать Марс из поля зрения в течение всего периода ночной видимости. Вот тогда-то можно было бы подвести совершенно убедительные итоги о редких явлениях описанных выше типов. Можно было бы определенно сказать о частоте и истинном распределении вспышек и серых облаков на Марсе. Пока такое патрулирование Марса не велось. А над Луной оно уже ведется, и со временем может дать богатые результаты.

Перевод названий на карте Антониади на русский язык сделан автором статьи. Окончательная русская транскрипция ареографических наименований до сих пор не установлена.

## СЕКРЕТЫ ЖИВОЙ КЛЕТКИ

Так называется новый цветной научно-популярный фильм, выпущенный студией «Моснаучфильм». Уже само появление этого фильма замечательно: ведь это одна из первых кинолент, рассказывающих о проблемах молекулярной биологии и знакомящих зрителей с современными научными представлениями о строении и жизнедеятельности живой клетки.

Своим появлением фильм обязан, прежде всего, инициативе Андрея Макаровича Эмме. Ученник Н. К. Кольцова и Б. Л. Астаурова, талантливый ученый и страстный пропагандист современной научной генетики, А. М. Эмме не только предложил студии идею создания такого фильма для юношества, но и сам написал сценарий и принял горячее участие в процессе съемок и монтажа. Это была последняя работа А. М. Эмме — смерть оборвала его деятельность в расцвете творческих сил.

Фильм по сценарию А. М. Эмме поставила режиссер В. Я. Попова, опытный мастер научно-популярной кинематографии. В работе над дикторским текстом фильма принял участие известный популяризатор кандидат биологических наук И. И. Акимускин.

Основное содержание первой, части фильма — рассказ о том, как по мере усовершенствования средств исследования ученые узнавали все новые и новые под-

робности о строении и жизни клетки. Зрители узнают, как биологи догадались окрашивать клетки и тем самым достигли двух целей: во-первых, стала отчетливо видна архитектура клетки, а во-вторых, начали раскрываться ее химические секреты, так как некоторые краски соединяются только с определенными химическими веществами.

Искусство А. М. Кудрявцева, оператора микросъемки, позволяет нам присутствовать при необычной операции. Оперируют амебу — существо, которое в тысячу раз меньше мухи. Стеклопильные хирургические инструменты — копыто и петельки — в механических руках манипулятора. Ученые взяли два вида амеб — ветвистую и круглую. У круглой вырезали ядро, и вот хирург, захватив петелькой круглую амебу, на наших глазах перетаскивает в нее ядро ветвистой. Тоненькое копыто проталкивает прозрачный комочек ядра в новое тело. Эта операция наглядно доказывает важнейшую роль клеточного ядра — после пересадки круглая амеба превращается в ветвистую.

До сих пор авторы фильма имели возможность рассказывать о секретах живой клетки, пользуясь замечательными ресурсами кинотехники — микросъемками, съемками, позволяющими ускорить или замедлить процессы в несколько раз. Но истинные секреты клетки, самый важный механизм ее деятельности, лежит

Кадры из фильма

в сфере, недоступной объективу кинокамеры, в сфере биохимии. Стремление рассказать об этих секретах, о важнейших открытиях современной науки, расшифровывающей биохимические процессы на молекулярном уровне, принципиально важно, оно является главным достоинством этого фильма.

Прежде чем раскрыть механизм процессов, протекающих в клетке, авторы достаточно подробно рассказывают о современных научных методах, которые помогли ученым разгадать этот механизм. Интересный эпизод посвящен электронной микроскопии, проблеме связи электронного микроскопа с ультрамикроскопом — прибором, который готовит срезы толщиной в миллионную долю миллиметра. Создание таких срезов дало возможность получить «портрет» клетки и отдельных ее элементов с увеличением в десятки, а потом и сотни тысяч раз. Достаточно подробно рассказано и о том, как клетку научились разбирать на части для того, чтобы изучить каждую из них в отдельности. Невыполнимую, казалось бы, задачу помог разрешить простой прибор — ультрацентрифуга. Центробежные силы вырывают из разрушенных клеток и бросают на дно прибора самые тяжелые детали — клеточные ядра, а вслед за ними и другие.

Химики помогли биологам узнать химический состав различных частей клетки, но для расшифровки механизма взаимодействия молекул живой клетки этих знаний еще недостаточно. «Мир фантастической техники окружает современных биологов, — произносит диктор. — Это приборы, позволяющие разделять сложные смеси, меченые атомы, спектральный анализ, лучи Рентгена, вычислительные машины, — все новейшие достижения современной науки».

Рентгеноструктурный ана-

лиз дает возможность не только узнать химический состав молекулы, но как бы увидеть ее «архитектуру». И вот перед нами раскрывается удивительная картина работы живой клетки. Из двадцати аминокислот в клетке создаются всевозможные белковые молекулы, подобно тому, как из семи нот гаммы рождается бесконечное разнообразие мелодии.

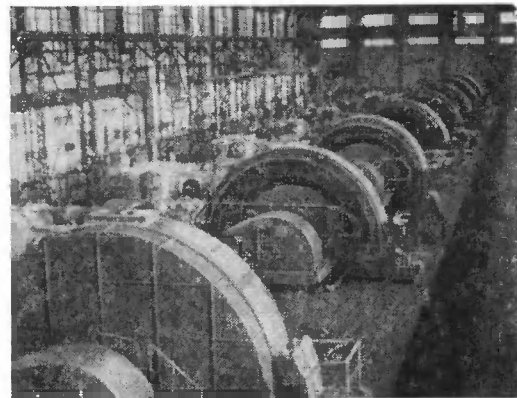
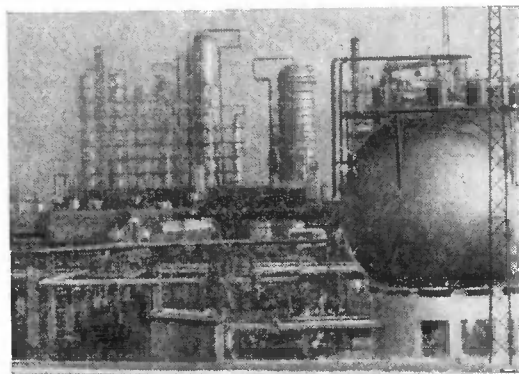
Аминокислоты соединяются в различном порядке и число возможных сочетаний бесконечно. Каждый сорт белка создается по определенному плану, каждая аминокислота должна занять в молекуле строго определенное место. Где же записан этот план? Он записан языком химии в длинных скрученных спиралах молекул нуклеиновых кислот (ДНК). Тот, кто сумеет прочесть скрытую в ДНК тайнопись, будет знать, кого произведут на свет клетки: бегемота, розу или цыпленка. Если бы программа развития зародышевой клетки была написана словами, она едва уместилась бы в огромной библиотеке.

Зрители видят сделанную мультипликаторами наглядную и динамичную схему образования белковой молекулы в клетке. По развернутой нити ДНК строится шаблон — молекула-строитель (РНК). Получив проектное задание, она уплывает из ядра в протоплазму, к строительной площадке — рибосоме. Кровь доставляет в клетки строительный материал — аминокислоты. Молекулы-грузчики подхватывают плавающие в протоплазме аминокислоты и переносят их к рибосомам. И здесь каждая аминокислота занимает в строящейся молекуле белка определенное место, предусмотренное программой.

Этот сложный механизм, который ученые познали лишь умозрительно, передан на экране так ясно и наглядно, как может это сделать только кино, что еще раз

подтверждает огромные возможности и значение научной мультипликации для популяризации сложных понятий современной науки.

Конечно, фильм «Секреты живой клетки» далеко не исчерпал



Кадры из фильма

всего многообразия наших знаний в области молекулярной биологии. В фильме не рассказано, например, о расшифровке кода наследственности. Только упомянут, но не раскрыт энергетический механизм клетки — работа митохондрий; не упомянуто даже о механизме фотосинтеза и многое другое. Очевидно, это послужит темой следующих картин. Недостаточно сказано также и о конкретном

значении новейших открытий молекулярной биологии, о том, что они практически дают медицине, генетике, сельскому хозяйству. Но основная мысль фильма, главный принцип осмысления материала безусловно верен. Клетка рассматривается как химический завод, где при нормальной температуре и давлении с высоким коэффициентом полезного действия производится сложнейшие химические продукты — белки. Этот

завод — прообраз химических заводов будущего.

«Люди недаром учатся у природы», — говорится к концу фильма. Разгадав секреты клетки, человек приблизится к осуществлению своей мечты, создаст путем химических превращений совершенные сложные вещества, которые ныне дарит нам природа.

В. И. Бокшицкая

Москва

Заметки,  
Наблюдения

## КУБИНСКИЕ «МОГОТЫ»

Для жителя средней полосы в природе о-ва Кубы много необычного. Навсегда запоминаются горы, поросшие буйной тропической растительностью и ярко-синее безоблачное небо. А у тех, кто посетил район Вильялес, останутся в памяти «моготы». Так называют известняковые останцы и гряды, особенно широко распространенные в Пинар дель Рио — западной провинции Республики Кубы.

«Моготы» сложены белыми слоистыми или массивными известняками верхнеюрского возраста и возвышаются над окружающими равнинами в виде крупных моноклиналильных гряд — куэст или еди-

ничных скалистых останцов высотой от 50 до 400 м.

Известняки сильно закарстованы. Они изоброждены трещинами и многочисленными карстовыми воронками. Часто на дне таких воронок есть отверстия, через которые вода проникает в глубокие карстовые пещеры. Революционное правительство Кубы уделяет большое внимание пещерам, превращая их в объекты туризма.

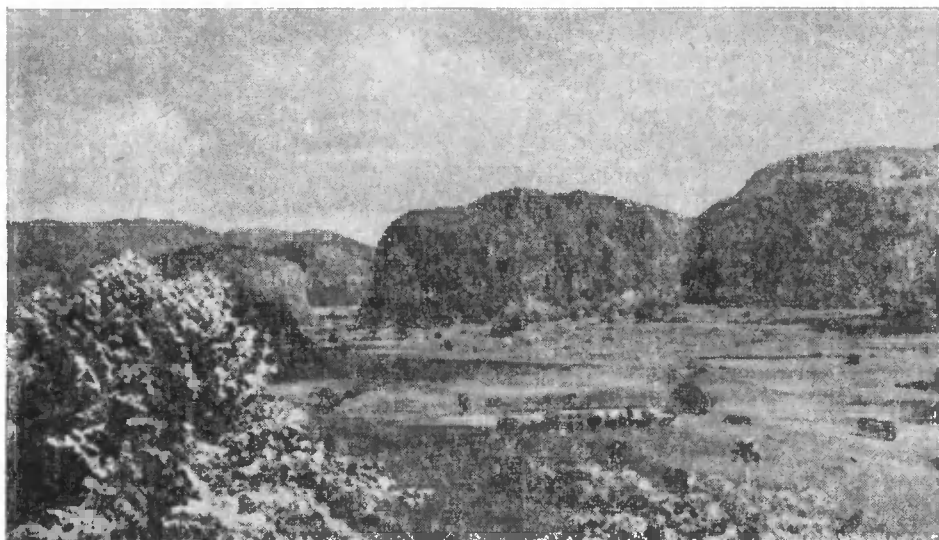
Поверхность «могот» покрыта лишь маломощным чехлом почвы, по ней растут густые низкорослые леса и заросли колючих кустарников. Пробраться там можно только по редким тропинкам.

На равнинах у основания «могот» располагаются обширные плантации сахарного тростника, среди которых возвышаются стройные королевские пальмы.

«Моготы» образовались в течение неогенового и четвертичного времени благодаря интенсивному воздействию избирательной эрозии и карстовых процессов. Не меньшее значение имеет и активное проявление новейших тектонических движений. Большая мощность известняков, их резкие отличия от подстилающих песчаноглинистых пород юрского возраста, сравнительно пологое залегание, влажный тропический климат — все это способствовало возникновению удивительного ландшафта «могот».

В. И. Покрышкин

Гавана



«Моготы» в районе Вильялес

## 100-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ ОТКРЫТИЙ ГРЕГОРА МЕНДЕЛЯ

ТОРЖЕСТВЕННОЕ ЗАСЕДАНИЕ В ДОМЕ УЧЕНЫХ  
В МОСКВЕ

25 июня 1965 г. в Москве в Доме ученых состоялось торжественное заседание, посвященное памяти Грегора Менделя, выдающегося чехословацкого естествоиспытателя. С докладами о жизни и деятельности Г. Менделя, значении его открытий для различных областей науки, о развитии генетики на современном этапе выступили чл.-корр. АН СССР Н. П. Дубинин, чл.-корр. АН СССР Б. Л. Астауров, академик Н. Н. Семенов, действительный член АМН СССР В. Д. Тимаков и другие.

Во вступительном слове академик-секретарь Отделения общей биологии Б. Е. Быховский подчеркнул, что юбилей Менделя отмечается во всем мире, так как его исследования имеют общеприкладное значение. Они положили начало экспериментальному изучению одной из величайших проблем жизни — наследственности. Понимание законов генетики имеет глубокое значение и безграничные перспективы в растениеводстве, животноводстве, медицине и других сферах деятельности человека.

Величие классических исследований Менделя заключается в том, что, намного опередив эпоху и перешагнув через несколько ступеней в понимании живого, он вскрыл корпускулярные основы организации живого. Мендель дал материалистическое объяснение сущности наследственности и ввел в биологию новый метод исследований, заложив основы сближения биологии с физикой и химией.

Открыв явление дискретного, независимого наследования отдельных признаков, Мендель тем самым установил реальный путь изучения глубинных процессов наследственности — строения и изменчивости гена. Открытия Г. Менделя дали толчок к развитию новой теории — менделизма; была создана разветвленная область биологии, которая легла в основу для разработки методов селекции растений и животных. Об этом говорил в своем докладе чл.-корр. АН СССР Н. П. Дубинин.

В современных успехах генетики — заслуга Грегора Менделя и целой армии ученых. В нашей стране, отметил в своем выступлении чл.-корр. АН СССР Б. Л. Астауров, развитие генетики связано с именами С. С. Четверикова, показавшего значение законов Менделя для понимания эволюции организмов, Н. К. Кольцова — основоположника экспериментальной биологии и генетики в России и Н. И. Вавилова — убежденного проповедника методов Менделя в селекции.

Законы, вскрытые Менделем, упрочили теорию Ч. Дарвина об естественном отборе, показав генетические закономерности, обеспечивающие эволюцию форм в природе. Вся современная практика селекции растений и животных основывается на принципах менделизма. Явление гибридной мощности, гибридизация, полиплоидия, экспериментальный мутагенез — все эти методы взяты на вооружение сельскохозяйственной практикой.

## ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ ИМЕНИ А. С. ПОПОВА 1965 года

Президиум Академии наук СССР присудил Золотую медаль им. А. С. Попова 1965 г. за выдающиеся работы в области радиофизики и радиоастрономии доктору физико-математических наук проф. Семену Эммануиловичу Хайкину.

С. Э. Хайкин — крупный специалист по теории колебаний. Написанная им совместно с А. А. Андроновым и А. А. Витом книга излагает принципиальные и основополагающие идеи теории колебаний.

С. Э. Хайкиным проведен целый ряд ценных экспериментальных исследований в различных разделах радиофизики и радиотехники. Он один из основоположников советской радиоастрономии. Под его руководством созданы многие радиоастрономические центры СССР и сформировалась школа советских радиоастрономов. Им разработана новая идея радиотелескопа с антенной переменной профиля. Эта идея осуществлена в Пулковке, где построен уникальный радиотелескоп большой разрешающей силы, на котором выполнена обширная программа выдающихся исследований.

С. Э. Хайкин уделяет большое внимание подготовке научной смены. Хорошо известны его учебники для вузов, а также ряд блестящих научно-популярных книг и статей по радиотехнике и радиоастрономии.

Редакция «Природы» поздравляет Семена Эммануиловича с почетной наградой и желает ему новых творческих успехов на благо советской науки.

## ПРЕМИЯ ИМЕНИ А. С. ПОПОВА 1965 года

Президиум Академии наук СССР присудил премию имени А. С. Попова 1965 г. в размере 1500 руб. авторскому коллективу в составе докторов технических

наук М. Н. Дерюгина и Л. Д. Бахраха, кандидатов технических наук А. И. Ардабьевского, Г. А. Евстропова, Д. Б. Зимина и М. Г. Кузнецова за совокупность работ по новым методам электрического качания луча в антенных системах, проводившихся в период с 1956 по 1964 гг. Быстрое электрическое качание луча в антенных системах играет существенную роль в построении современных радиолокационных комплексов. Эта задача была решена в двух взаимно дополняющих вариантах, соответствующих методам частотного и дискретно-коммутационного управления положением луча и обеспечивающих достижение высоких технических параметров сканирования.

## КОЛЛОКВИУМ ПО АТМОСФЕРЕ И РАДИОВОЛНАМ

15—22 июня 1965 г. в Москве проходил Международный коллоквиум по микроструктуре атмосферы и влиянию турбулентности на распространение радиоволн, организованный совместно Ассоциацией метеорологии и физики атмосферы Международного геодезического и геофизического союза и Межсоюзным комитетом по радиометеорологии. В симпозиуме участвовали видные ученые СССР, США, Франции, Японии, Норвегии, Англии, Канады и других стран.

Проблема, которой была посвящена работа коллоквиума, имеет важное практическое значение. Поскольку число используемых во всем мире радиостанций непрерывно возрастает, приходится использовать очень короткие радиоволны, чтобы многочисленные радиопередатчики не мешали друг другу (чем меньше длина волны, тем большее число радиостанций может работать на соседних длинах волн). Но чем короче длина радиоволны, тем хуже она огибает Землю, поэтому радиостанции ультракороткого диапазона можно принимать лишь на небольшом расстоянии от передатчика.

Для увеличения дальности действия передатчика можно исполь-

зовать методы физики и химии в биологии позволили вскрыть материальные основы наследственности. Современная химическая промышленность, говорил акад. Н. Н. Семенов, старается использовать принципы организации живого для производства.

В области медицинской практики законы, установленные Менделем, открывают пути для понимания первичных механизмов возникновения злокачественного роста и других явлений. Сейчас ясно, что некоторые заболевания человека связаны с аномалиями в строении его наследственного аппарата. Ранее считалось, что наследственные заболевания неизлечимы. Современная наука, познав пути реализации свойств генов в признаках, показывает, как можно восстанавливать функции организма.

Перед современной генетикой стоит задача реконструкции самих генов. Решение этой грандиозной проблемы биологии приведет к полному господству человека над природой и позволит ему создавать организмы с заранее спланированными признаками и свойствами.

100-летний юбилей открытий Менделя — большой праздник чехословацкого народа, сказал председатель Общества советско-чехословацкой дружбы акад. К. В. Островитянов. Советские ученые широко отмечают этот день. Торжественное заседание проведено не только в Москве, но и в Ленинграде, Киеве и других городах.

Чехословацкий народ, говорил в своем выступлении секретарь Посольства Чехословацкой Социалистической Республики в СССР Карел Пирка, восстанавливает все, связанное с именем великого сына чехословацкого народа. В августе в Чехословакию съедутся ученые всех стран мира на сессию, посвященную Грегору Менделю. Она продемонстрирует те громадные успехи, которые были достигнуты в различных сферах деятельности человека на основе менделизма.

*В. К. Щербак*

*Кандидат биологических наук  
Москва*

## ВСЕСОЮЗНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ РАСПОЗНАВАНИЮ ОБРАЗОВ

Среди разделов молодой, быстро развивающейся науки кибернетики, посвященных моделированию и воспроизведению мыслительных способностей, распознавание образов занимает особое место. Распознающие устройства позволяют заменить человека при выполнении машинами сложных функций восприятия внешней информации, на основе которой должно быть быстро принято то или иное решение. Передача машинам функций распознавания дает возможность более полно использовать их свойства для ускорения ряда процессов, играю-

щих значительную роль в жизни человека. Вот почему проблемы автоматического распознавания образов так привлекают внимание широких кругов ученых различных специальностей.

С 16 по 18 июня 1965 г. в Москве проходил Всесоюзный симпозиум, организованный научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР, Институтом проблем передачи информации АН СССР и институтом автоматизации и телемеханики (технической кибернетики).

Во вступительном слове акад. В. А. Трапезников подчеркнул большое научное и прикладное значение работ по распознаванию образов и их роль в создании систем комплексной автоматизации различных отраслей народного хозяйства.

Симпозиум привлек большое число ученых из многих городов Советского Союза. С докладами и сообщениями выступили ученые Москвы, Ленинграда, Киева, Вильнюса, Новосибирска, Горького, Одессы и других городов. Всего было заслушано более 60 научных докладов и сообщений, посвященных следующим четырем проблемам: общие вопросы теории распознавания образов и распознавание образов в условиях помех; обучение автоматов распознаванию образов; опознавание зрительных и слуховых образов и читающие автоматы.

При обсуждении первой проблемы наибольший интерес вызвали работы, в которых развиваются статистические методы распознавания и рассматриваются образы, не имеющие достаточно четких границ и характеризующиеся некоторыми вероятностными распределениями (доклады В. А. Ковалевского, Я. П. Хургина, В. И. Логина, В. С. Файна, А. Г. Француза и др.). Интересны были также сообщения о возможности сокращения перебора при опознавании некоторых относительно узких классов образов, что имеет большое практическое значение при построении устройств для решения таких прикладных задач, как распознавание почерков в криминалистике, поиски полезных ископаемых и др.

В практике иногда заранее нельзя точно определить, какого рода образы придется опознавать автомату. О возможностях обучения автоматов распознаванию различных классов образов говорилось в докладах А. Г. Француза, В. П. Вапника и А. Я. Червошеникса, Н. Г. Загоруйко, М. М. Боггарда и др. Был предложен и обсужден ряд новых алгоритмов, позволяющих ускорить процесс опознавания и увеличить его эффективность. К сожалению, как отмечалось в прениях, некоторые авторы, предлагая новые алгоритмы, не указывали, какие априорные особенности распознаваемых объектов позволили улучшить качество распознавания.

Большой интерес привлекло обсуждение вопросов распознавания зрительных и слуховых образов. Эти анализаторы относятся к наиболее распространенным распознающим системам живой природы. В то же время их реализация техническими средствами сопряжена со значительными трудностями.

На Симпозиуме были доложены новые результаты изучения зрительного анализатора животных и человека (В. Д. Глезер) и материалы исследований, связанных с созданием программ и устройств, выполняющих аналогичные задачи (М. М. Боггард, В. С. Файн, Л. А. Варшавский и В. А. Лившиц, Е. Н. Мясникова, Г. И. Цемель и др.) Дискуссия показала, что до настоящего времени еще не создана единая

звать неоднородность атмосферы. Такие неоднородности образуются в атмосфере за счет того, что ее температура и влажность, от которых зависит скорость распространения радиоволн, различна в разных точках и хаотически меняется под воздействием ветра. Оказывается, способность ультракоротких радиоволн распространяться за радиогоризонт зависит от специфических особенностей этих неоднородностей, изучаемых теорией турбулентности.

Коллоквиум обсудил вопросы теории турбулентности, связанные с распространением ультракоротких радиоволн. Весьма полезным оказался контакт между учеными различных специальностей — радиофизиками, гидродинамиками, метеорологами и др., присутствовавшими на коллоквиуме.

## ЧЕЛОВЕЧЕСТВО И ПОТОК ИНФОРМАЦИИ

В исследовательском институте, руководимом известным немецким ученым Манфредом Арденном (Дрезден, ГДР), в течение нескольких лет ведутся работы по созданию системы связи, точнее говоря, системы общения, которая обладала бы значительно большей емкостью, чем принятые сейчас словесные и письменные способы информации. Речь идет об очень широком использовании таблиц, графиков и формул в областях, где они сейчас почти не применяются.

Необходимость в новой системе общения определяется тем, что результаты научных исследований, в общем и целом, излагаются сейчас в той же форме, что и 100, 200 и более лет тому назад, хотя количество таких исследований и в особенности количество содержащихся в них новых сведений увеличилось в огромной степени.

Способность человеческого мозга усваивать новую информацию измеряется в принятых единицах от 0,2 до 1 бита в секунду. Информационный же поток новых научно-технических знаний со-

ставляет уже сейчас, по различным оценкам, от 3 до 20 бит в секунду. Этим исключается возможность для одного человека (даже в том случае, если он будет усваивать новые данные без сна и отдыха круглые сутки) быть в курсе всех событий современной науки. Но проблема освоения новой информации, конечно, гораздо серьезнее.

Население земного шара удваивается за 45 лет, число ученых возрастает вдвое каждые 15 лет, а удвоение количества научно-технической информации происходит каждые 10 лет. Поэтому даже в том случае, если со временем все население Земли будет представлено учеными, они не смогут с какого-то момента полностью усваивать информацию о новых достижениях науки и техники, а тем более использовать ранее накопленные знания.

Поскольку уже очень давно выявилось, что универсальные знания практически невозможны, развилась далеко идущая специализация ученых, которая может привести скоро к недопустимому дроблению научных дисциплин. В результате чрезмерной специализации затрудненным стало общение специалистов даже в смежных областях, причем трудности общения быстро возрастают. Именно поэтому и становится весьма актуальной проблема накопления знаний с малой избыточностью или, иными словами, проблема создания системы очень емкой информации.

*«Die Technik», 1965, № 6, S. 385—390 (ГДР)*

## НОВЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ

Первые месяцы 1965 г. были ознаменованы рядом астрономических открытий, включающих пять Сверхновых, две кометы и один предполагаемый астероид. Из пяти гигантских звездных взрывов (вспышек Сверхновых) в отдаленных от нас галактиках три зарегистрировал известный астроном Ф. Цвикки в США, одну Э. Хавира в Мексике и одну Балаш в обсерватории Конколи

теория функционирования зрительных и слуховых анализаторов человека и животных и, что наиболее перспективное направление в распознавании речи, видимо, создание устройств, распознающих конечные наборы слов.

Проблема распознавания образов имеет огромное значение для развития кибернетики, поскольку любой процесс управления связан с изучением некоторой ситуации, ее опознаванием и с выбором решения, существенно зависящего от того, как была опознана исходная ситуация. Прикладное значение теории опознавания нашло отражение в большом числе сообщений, посвященных разработке конкретных распознающих устройств. Среди областей их применения, рассматривавшихся на Симпозиуме, можно указать: распознавание нефтеносных пластов, почерков, распознавание и ввод в автоматические устройства устной речи, распознавание и идентификация голоса, распознавание телевизионных и других изображений сложной конфигурации в условиях помех, сложных метеорологических образов при прогнозе погоды и др.

Отдельное заседание Симпозиума было посвящено построению устройств, распознающих печатный и рукописный текст — читающим автоматам. Были обсуждены основные результаты работ по созданию читающих автоматов, имеющих большое значение для ускорения автоматизации обработки больших массивов информации. Ряд организаций (ВИНИТИ, Институт кибернетики АН УССР, Каунасский политехнический институт) разработал действующие образцы читающих устройств, позволяющие автоматизировать ввод печатного текста в информационные и вычислительные машины. Об этом рассказали в своих сообщениях М. Л. Аврух и др., С. К. Восиллюс и Р. Ю. Ясневичус, В. А. Ковалевский и др.

Большой интерес у участников Симпозиума вызвало сообщение проф. Карела Врана (ЧССР), рассказавшего о работах в области распознавания, проводимых в Чехословакии. В результате исследований создано несколько моделей малогабаритных читающих автоматов.

В решении, принятом на Симпозиуме, рекомендуется проводить подобные обсуждения не реже одного раза в два года. Отмечая некоторые параллелизм в работах различных организаций, Симпозиум рекомендовал при планировании исследований основное внимание обратить на развитие следующих трех направлений: развитие общей теории распознавания и обучения распознаванию образов, в том числе и при наличии помех; изучение биологических механизмов распознавания, особенностей их структуры и функционирования; разработка конкретных распознающих устройств для использования в научных исследованиях и в промышленности.

*М. Г. Гаазе - Рапопорт, С. И. Смуглый*  
Москва

## ПОЛЕТ КОРАБЛЯ «ДЖЕМИНАЙ-4»

3 июня в 18 час. 16 мин. по московскому времени в США с мыса Кеннеди стартовал двухместный космический корабль «Джеминай-4». В кабине корабля находились космонавты Джеймс Макдугалл и Эдвард Уайт.

7 июня в 20 час. 13 мин. по московскому времени «Джеминай-4» приводнился в Атлантическом океане к юго-западу от Бермудских островов, в 625 км к востоку от мыса Кеннеди. Через сорок минут после приводнения космонавты были подняты на вертолет, базировавшийся на авианосце «Уосп». Так закончился космический рейс экипажа «Джеминай-4», продолжавшийся 97 час. 57 мин. — более четырех суток, в течение которых американские космонавты совершили 62 витка вокруг Земли.

Какова была программа этого полета, широко разрекламированного американской пропагандой?

Главная задача полета — исследование влияния длительного полета на организм человека. Далее предусматривался выход космонавта из кабины корабля в космос. Этим экспериментом повторялся подвиг советского космонавта Алексея Леонова, совершенный почти тремя месяцами раньше. Советский космонавт, как известно, осуществил выход в космос через шлюзовое устройство и первым в мире доказал, что человек в открытом космосе может передвигаться и работать.

Американский космонавт Уайт вышел в космос не на втором витке, как это было запланировано, а на третьем. Для этого полностью разгерметизировалась кабина корабля, и космонавт вышел из нее, имея реактивное устройство для передвижения. Уайт пробыл в космосе 20 мин. Следует отметить, что выход из корабля не фиксировался телевизионной камерой и передач на землю изображений космонавта не велось.

Весьма интересной по замыслу задачей полета было сближение корабля с последней ступенью ракеты-носителя на орбите и плавное касание ее. Эта часть программы осталась невыполненной — не оказалось достаточного запаса топлива для маневра корабля на орбите.

По окончании полета официальные представители НАСА охарактеризовали этот космический рейс как огромный успех, но вместе с тем указали на ряд существенных недоработок. В частности, указывается, что в дальнейшем, чтобы избавить космонавтов от судорог, на которые жаловался во время полета Д. Макдивитт, следует разработать специальное устройство. Предполагается заменить громоздкие аккумуляторы батарей на более компактные, а также использовать специальную смазку, предотвращающую «смерзание» движущихся металлических частей люка, которое доставило много хлопот Уайту при закрытии люка. Отмечаются и другие недостатки, с которыми столкнулись космонавты в ходе полета.

Итак, полет «Джеминай-4» следует считать большим достижением американских ученых, инженеров и космонавтов. Так оценивают это событие люди, вся мировая общественность.

Вместе с этим настораживает позиция американской военщины, стремящейся подчинить космические достижения военной программе. Характерно, что полет «Джеминай-4» проходил в то время, когда специальная комиссия сената представила доклад, в котором подчеркивается отставание США в овладении космосом и содержится требование... передать это дело Пентагону, отложить все гражданские проекты во имя проектов военных.

М. И. Г о л ы ш е в  
Москва

в Венгрии. Китайские астрономы в обсерватории Цучин-Шань (Пурпурная гора) в Нанкине открыли две кометы, движущиеся по очень близким орбитам вблизи от Юпитера. Возможно, что это осколки одной кометы, распавшейся на две части под действием притяжения Юпитера. Предполагаемый астероид известен пока под названием «объект Эндрюса» (по имени открывшего его Д. Эндрюса из обсерватории Бойден в Блумфонтене, Южная Африка).

К интересным астрономическим открытиям можно также отнести обнаружение звезды 17-й величины, окруженной светящимся кольцом. Положение этой звезды на небесной сфере совпадает с направлением одного из сильных источников радиоизлучения и близко к тому месту, где должны быть остатки Сверхновой, вспыхнувшей в 1006 г. *«Science News Letters», S. 87, 1965, № 12, p. 181 (США)*

## РАВНОВЕСНА ЛИ АНТАРКТИДА?

Еще в середине XIX в. Д. Праттом и Г. Эри была выдвинута так называемая изостатическая гипотеза о равновесном состоянии земной коры и о процессе восстановления этого равновесия, нарушаемого перемещениями земных масс и вулканической деятельностью.

Изостатическая гипотеза предполагает, что отдельные блоки земной коры как бы плавают в пластической магне, причем глубина погружения зависит от высоты и плотности блока. Современные данные о мощности земной коры (больших областей земной поверхности и целых континентов) хорошо согласуются с изостатической гипотезой.

Вычисление отклонений от равновесия и изостатических аномалий — задача весьма сложная. Среди ученых до сих пор не было единого мнения об изостазии Антарктиды. С. А. Ушаков и А. И. Фролов проделали большую работу по изучению равновесности пещного континента. Была составлена карта-схема некоторых районов Антарктиды, которая позволила сделать ряд

интересных выводов. Средняя величина изостатической аномалии близка к нулю, это свидетельствует о том, что нагрузка внешних масс в среднем уравнивается весьма полно. Однако отдельные участки материка весьма сильно отклонены от положения равновесия, и существует вертикальное движение блоков земной коры, направленное против установления равновесия.

Избыточная нагрузка материкового оледенения Антарктиды в целом компенсирована опусканием коры и возможным растеканием подкорового вещества. Процессы, происходящие в верхней мантии Земли, уже в период материкового оледенения существенно изменили рельеф каменных пород. Это подтверждается также существованием глубоких подледных впадин, не заполненных осадочными породами.

«Доклады Академии наук СССР», т. 161, 1963, № 4, стр. 819

## ЗАСЕДАНИЕ ФРАНЦУЗСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА В СЛОВАКИИ

По договоренности с Чехословацкой Академией наук Французское геологическое общество, одно из крупнейших и старейших в Европе (основано в 1830 г. известным геологом Ами Буэ), проводит в этом году, с 20 по 27 сентября, свое внеочередное заседание в Словакии. Оно будет посвящено проблемам геологического строения Западных Карпат, которые существенно отличаются от Французских и Швейцарских Альп. Научную программу заседания готовит Геологическая лаборатория Словацкой Академии наук. После открытия совещания в Братиславе его участники, члены ФГО и чехословацкие геологи, совершат экскурсию по горным областям Словакии и затем проведут совместную заключительную дискуссию на основе существующих геологических работ чехословацких ученых и сделанных во время поездки наблюдений.

«Bulletin Československé Akademie věd», 1965, № 5 (Чехословакия)

## НЕОБЫЧНАЯ ДНК У КРАБОВ

Изучение нуклеотидного состава ДНК показало, что родственные виды организмов содержат ДНК с одинаковым или близким содержанием аденина (А) и тимина (Т). У различных типов организмов колебания в нуклеотидном составе (содержании АТ) для разных видов характеризуются следующими величинами: у бактерий — от 24 до 74%, у водорослей — от 36 до 64%, у высших растений — от 52 до 64%, у беспозвоночных — от 56 до 66% и у позвоночных животных — от 56 до 60%. Таким образом, колебания в содержании АТ заключены в интервале от 1/4 до 3/4. Известно, что у высших организмов в клетках содержится большое количество молекул ДНК и важно было выяснить, различны ли они по своему нуклеотидному составу. Один из методов, позволяющих это сделать, — центрифугирование в градиенте плотности хлористого цезия CsCl (концентрация раствора уменьшается от дна до поверхности центрифужной пробирки). Метод основан на том, что ионы цезия связываются с гидроксильными группами гуанина и тимина, увеличивая тем самым плотность препарата. В результате этого при центрифугировании отдельные фракции препарата ДНК образуют кольца на том уровне, на котором плотность раствора хлористого цезия равна их плотности. При центрифугировании в градиенте плотности сернокислого цезия с добавлением солей ртути можно еще сильнее увеличить разность в плотности для фракции ДНК с различным нуклеотидным составом. Это происходит в результате того, что степень связывания  $Hg^{++}$  с молекулой ДНК увеличивается по мере увеличения содержания аденина и тимина (А и Т).

Изучение суммарной ДНК (всей ДНК) различных организмов при помощи этого метода показало, что колебания в нуклеотидном составе ДНК в основном незначительны. Поразительным исключением является фракция ДНК, выделенная из морских крабов: содержание АТ в ней составляет 97,3%, причем аденин и тимин расположены в чередующейся последовательности: А — Т — А — Т — ... Впервые Суекой (США) в 1960 г. была обнаружена такая необычная ДНК. Оказалось, что ее свойства очень похожи на свойства синтетического АТ-полимера (А — Т — А — Т — ...). В то же время, содержание этой необычной ДНК в суммарном препарате составляет от 10 до 30%, в зависимости от вида крабов. Ее количество, как и количество любой ДНК, строго постоянно для вида, т. е. не изменяется ни в течение года, ни в зависимости от места обитания.

Биологическое значение этой необычной АТ-ДНК до сих пор не ясно. Необходимо изучение места ее нахождения в клетке и распространение среди других видов организмов. Относительно ее роли можно пока высказать два предположения: либо эта необычная АТ-ДНК кодирует последовательность аминокислот в каком-то полипептиде (белке) очень простого состава и строения<sup>1</sup>, либо выполняет в клетке какую-то структурную функцию, существенную для хранения и использования наследственной информации. Если в результате изучения подтвердятся второе предположение, то это будет означать, что не только некоторые белки, но и определенные типы нуклеиновых кислот связаны с образованием структурных элементов клетки.

А. Ф. Орловский, К. Л. Гладкий

<sup>1</sup> См. «Природа», 1964, № 2, стр. 43.

Москва

## ПИЩЕВЫЕ И ЛЕЧЕБНЫЕ ДОСТОИНСТВА БОЛГАРСКОГО ПЕРЦА

Перец был привезен в Европу из Мексики, вероятно, в середине XV в., поэтому он и называется *Capsicum mexicanum*. В Болгарии он известен с XVI в. и получил здесь быстрое и широкое распространение. В настоящее время посевные площади его в стране составляют примерно 20% от всех овощных культур. Болгарские овощеводы и селекционеры улучшили пищевые достоинства перца и создали много новых ценных сортов.

Перец имеет хорошие пищевые, вкусовые и лечебные свойства в свежем и переработанном состоянии. Он содержит значительное количество сахара (3—8%) в виде глюкозы, фруктозы, сахарозы, немного белка, а в семенах — масло (25—30%). Перец, однако, особенно ценен своим содержанием витамина С и каротина, или провитамина А. По нашим исследованиям и по исследованиям И. Попова, различные сорта перца (Сиврия, Калинков, Капиш и др.) содержат от 125 до 270 мг % витамина С, т. е. в 5—6 раз больше, чем лимоны и апельсины. В зрелом перце красного цвета количество каротина достигает 25 мг %. Очень важно и то обстоятельство, что витамин С в перце из-за большого количества антиоксиданта очень стабилен. Наши исследования, как и исследования А. Младенова, установили, что при хранении перца до трех месяцев и больше в свежем состоянии содержание витамина С почти не изменяется. По исследованиям И. Найденова, Я. Обретенкова и других авторов, витамин С сохраняется в перце, приготовленном в форме различных консервов, солений и пюре, в течение нескольких месяцев. В молотом красном перце витамин С и каротин содержатся в еще большем количестве. А. Младенов установил, что сухая масса из перца сорта Сиврия в зрелом состоянии содержит до 2328 мг % витамина С. Такое большое количество и придает перцу его питательные и лечебные свойства.

Многолетние наши наблюдения на кафедре по гастроэнтерологии и диететики показали, что сладкие сорта перца, приготовленного в виде салата, фаршированного или в виде пюре, оказывают положительное действие при желчно-печеночных, сердечных и почечных заболеваниях, а также при гастрите и язвенной болезни. Экстракт из горького перца в небольших количествах возбуждает секрецию желудка, улучшает аппетит и помогает перевариванию пищи. Злоупотребление же перцем, разумеется, может вызвать раздражение слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта.

Самыми лучшими сортами с наиболее высокими вкусовыми и диетическими качествами считаются следующие: крупноплодный широкий перец (Калинков, Маришковици, Каба, Идеал, Ротунд и др.), употребляемый для фаршировки мясом и рисом, овощами для приготовления солений; крупноплодный продолговатый перец (Сиврия, Куртовски, Пазарджикски, Новоселски, Капиш и др.), который применяется как в свежем — для приготовления салатов, так и в печеном виде, сохраняется зимой и годится для фаршировки.

## НОВЫЙ СОРТ ХЛОПЧАТНИКА

В США производится селекционная работа по выведению такого сорта хлопчатника, который по урожайности и качеству хлопка не уступал бы современным сортам, но в отличие от этих сортов не имел бы в семенах темноокрашенных железок, содержащих ядовитое вещество — госсипол; такой хлопчатник избавлял бы от дополнительных расходов, связанных с очисткой от госсипола семян, используемых для кормовых и пищевых целей (хлопкового масла, жмыхов, а также белков этих семян для питания).

Руководство этой работой ведут особые станции не только селекционной сети США; эти станции посылают также пыльцу безжелезкового хлопчатника в Мексику, где хлопчатник произрастает и зимой.

Некоторые селекционеры уже начали получать хорошие урожаи нового сорта, однако внедрение этого сорта в широкую практику ожидается в начале 70-х годов. Лишь один недостаток обнаружен пока для нового сорта — вредители предпочитают его обычным сортам.

«New Scientist», 1965, № 432, p. 498—499 (Англия)

## УСПЕХИ СЛОВАЦКИХ ЭНТОМОЛОГОВ

В течение последнего десятилетия в Институте экспериментальной фитопатологии и энтомологии Словацкой Академии наук велись работы по изучению экспериментальной экологии возбудителей болезней растений. Ученые преследовали цель объяснить и выявить вредные действия насекомых, вирусов и грибов на культурные растения (плодовые деревья, овощи, картофель, полевые культуры), что настоятельно требовала практика. В результате проделанных опытов было

установлено, как реагируют вредные, патогенные факторы на отдельные элементы внешней среды, выявлены закономерности циклов размножения возбудителей, получено представление о взаимоотношении между средой и паразитами, между растениями-хозяевами и паразитами, между паразитами и их естественными врагами. Итогом этой работы явилась возможность долгосрочного прогноза распространения вредителей и кратковременного прогноза интенсивности их размножения. Важные научные выводы позволили словацким энтомологам дать сельскому хозяйству ценные рекомендации по борьбе с вредителями и профилактической охране растений. Предложенные ими методы успешно применяются в Чехословакии и других странах. В 1965 г. работы словацких энтомологов удостоены Государственной премии Клементы Готвальда.

*«Bulletin. Československé Akademie věd», 1965, № 6 (Чехословакия)*

## ЧАСТОТА ПОЛЕЗНЫХ МУТАЦИЙ

Проблема практического использования искусственно вызванных мутаций культурных растений возникла уже довольно давно. Однако до последнего времени в подавляющем большинстве случаев ценные в хозяйственном отношении мутации возникали не в результате систематического применения экспериментальных воздействий, а во время исследований по различным теоретическим вопросам.

Тем не менее, если к 1955 г. было известно лишь 4 новых сорта растений, полученных как результат искусственных мутаций и доведенных до производства, то в 1960 г. число таких сортов возросло до 13, а в настоящее время примерно до 20. Кроме того, получено очень большое число искусственных ценных мутантов архаиса, арбуза, вики, винограда, вишни, гороха, гречихи, грюби, джута, дыни, картофеля, клевера, кукурузы, кун-

Пищевые и лечебные свойства перца, высокое содержание в нем витамина С и каротина, с одной стороны, и большие возможности в кулинарии — с другой, сделали его широко и заслуженно популярным не только у нас, но и за границей.

*Т а ш о Т а ш е в*

*Член-корреспондент Болгарской Академии наук  
(София)*

## «SCIENCE NEWS LETTERS» О ВАЖНЕЙШИХ ДОСТИЖЕНИЯХ НАУКИ В 1964 ГОДУ

### ГЕОФИЗИКА

В горных породах (штат Мичиган, США) открыты биохимические соединения, аналогичные тем соединениям, которые недавно обнаружены в метеоритах. Это дает ученым новый ключ к разгадке происхождения жизни на Земле.

Источником лавы активных вулканов, согласно современным исследованиям, может быть слой горных пород (толщиной около 500 км), находящихся в вязком состоянии. Этот слой начинается примерно в 100 км под поверхностью Земли и простирается по всей планете.

Согласно новой теории структуры Земли, между пластичным «внешним ядром» и «внутренним ядром» расположен слой плотных каменных пород толщиной около 500 км.

Возмущения ионосферы, на которых отражаются радиоволны (этот эффект используется при дальней связи на коротких волнах), могут быть вызваны гигантскими «стригунами» ураганами, возникающими на высотах более 80 км.

Продолжаются споры о «проекте верхней мантии Земли». Сверхглубокое бурение, запланированное в этом проекте, может оказаться бесплодной попыткой, если справедлива новая теория, согласно которой континентальные массы обладают «корнями», простирающимися на большую глубину, а состав мантии под морями отличен от ее состава под континентами. Это означает, что результаты, зарегистрированные при одиночном бурении, не дадут представления о всей мантии Земли.

Землетрясение на Аляске (27 марта 1964 г.) было одним из самых мощных известных землетрясений. Океанское дно испытало внезапные подъемы на 15 м. До Мексиканского залива дошло возмущение, вызвавшее волну высотой в человеческий рост.

Раковины микроскопических ископаемых существ, обнаруженные на дне океана, говорят о том, что ледниковый период начался примерно полтора миллиона лет назад, т. е. на 500 тыс. лет раньше, чем полагали до этого открытия.

Открыты первые признаки прежней вулканической активности арктического океанского дна.

Обнаружено, что продолжительность суток возрастает на две секунды каждые 100 000 лет.

Южнее Исландии кипел океан при извержении подводного вулкана.

Доказано, что река Амазонка выносит в 12 раз больше воды, чем Миссисипи, причем в океан вытекает в минуту 13 млн. т воды. Под льдами Северного Ледовитого океана на самом деле скрыты четыре бассейна и три подводных хребта.

Под поверхностью Индийского океана вблизи экватора обнаружено медленное постоянное течение восточного направления.

Интенсивный луч лазера позволил обнаружить вокруг Земли два пояса мельчайших частиц.

Для строительства второго канала, соединяющего Тихий океан с Атлантическим, предложено более 30-ти различных маршрутов.

Исследовались законы формирования ураганов и штормов при помощи тысяч снимков, полученных на метеоспутнике. Результаты исследований позволят предсказывать эти грозные явления.

Спутник «ИМП-1», чрезвычайно вытянутая орбита которого имеет апогей в 30 радиусов Земли, зарегистрировал на расстоянии 14 земных радиусов ударную волну, которая затормаживает «солнечный ветер» — поток плазмы, испускаемый Солнцем со скоростью около 1000 км/сек.

«ИМП-1» зарегистрировал впервые магнитные возмущения, вызываемые Луной.

В 1964 г. на Соединенные Штаты обрушилось четыре урагана (Клео, Дора, Хильда и Изабелла). В течение двух предыдущих лет ураганов не было совсем.

Распылением иодистого серебра впервые удалось вызвать рост (в тропиках) кучевого облака. Это рассматривается как первый шаг к созданию экспериментальной метеорологии.

Разрабатывается оборудование, устанавливаемое на шпиль перед реактивными самолетами, предупреждающее пилота о степени турбулентности атмосферы.

Производились исследования интенсивных электрических токов, обнаруженных на глубинах от 20 до 40 км под Андами в Перу и Боливии. Полагают, что эти области повышенной электрической активности имеют связь с грандиозными движениями земной коры при землетрясениях и извержениях, характерных для этого района.

В Онтарио обнаружена геологическая конфигурация, которую можно считать земным эквивалентом лунного моря.

Фотографирование со спутника показало, что Бермудские острова на 70 м сдвинуты к северу и на 30 м к западу от зафиксированного наземными средствами их положения в 1959 г.

В горных породах островов Карибского моря открыты загадочные мельчайшие стеклянные пузырьки, содержащие чистую воду.

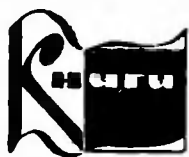
жута, льна, люпина, могары, овса, огурцов, персика, подсолнечника, пшеницы, ржи, смородины черной, сои, сорго, табака, томатов, фасоли, хлопчатника, черешни, яблони и ячменя, которые находятся на разных стадиях испытания или используются в качестве материала для дальнейшей селекции.

В лаборатории экспериментального мутагенеза Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР в последние годы проведены детальные исследования частоты возникновения индуцированных мутаций с учетом полезных форм. Установлено, что в зависимости от вида и дозы применяемых воздействий, сорта растений и других факторов общая частота возникновения мутаций (по сравнению со спонтанным процессом) возрастает у пшеницы в 10—90 раз и у томата в 90—100 раз.

При анализе хозяйственной ценности искусственных мутаций в одном из опытов оказалось, что из 267 мутантов пшеницы сорта Новосибирская-7 32,6% обладало улучшенными признаками и 10,6% — ухудшенными (отношение первых ко вторым равнялось 3,1), а остальные не представляли практического интереса. В другом опыте с сортом Милтурум-553 среди 889 мутантов, полученных при помощи ионизирующего излучения, было 51,7% полезных и 24,3% ухудшенных (отношение 2:1). Отношение улучшенных к ухудшенным формам колебалось в разных опытах от 1,0 до 13,8 и лишь в одном случае оказалось равным 0,4. Таким образом, на материале, превышающем 5000 искусственных мутаций, было показано явное преобладание полезных в хозяйственном отношении новых форм.

«Бюллетень Московского общества испытателей природы». Отдел биологический, т. LXX, вып. 4, июль — август, 1965, стр. 131—141

**Подписная цена на журнал «Природа» с января 1966 года снижена  
с 8 руб. 40 коп. до 6 руб. на год**



## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

И. П. Лаптев

### ОХРАНА ПРИРОДЫ

Изд-во Томского государственного университета, 1964,  
283 стр., ц. 1р. 35 к.

В этом большом труде впервые столь подробно рассматриваются природоохранные проблемы. Автор — по специальности биолог, но в своей книге он выступает и как философ, экономист, неутомимый пропагандист и педагог.

Созданию книги содействовало многолетнее чтение И. П. Лаптевым курса лекций по охране природы в Томском университете. Для отечественных учебных заведений предмет этот совершенно новый, и естественно, что курс явился закономерным результатом систематического накопления и обобщения опыта и многих работ различных специалистов.

Книга состоит из обширного «Введения» и трех крупных частей: теоретические основы охраны природы; проблемы охраны природы; организация работ по охране природы.

В первой части разъясняется суть взаимосвязей явлений в природе. Охарактеризована роль природы в развитии человеческого общества. Здесь же дано краткое, но ясное определение науки об охране природы, «изучающей разностороннее воздействие человека на живую и неживую природу и разрабатывающей способы разумного использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов». Рассматриваются вопросы воспроизводства этих ресурсов, их учет, влияние человека на



развитие природы и отдельных ее элементов.

История природоохранительных мер в прежней России и в СССР описана во второй части книги. Охрана природы рассматривается далее с точки зрения интересов развития сельского хозяйства, лесной и рыбной промышленности, охотничьего хозяйства, горнорудной и обрабатывающей промышленности. В каждом разделе приведены конкретные примеры влияния деятельности людей на отдельные элементы природы и возможные пути устранения вреда. Особое место отведено вопросам защиты природы от радиоактивной опасности, охраны природы космоса, воспроизводства и «регенерации» ресурсов, а также сознательного преобразования природы.

Формы охраны природы, пла-

нирование мер, законодательство, создание заповедников, заказников и парковых парков, пропаганда идей охраны природы, — все это рассматривается в третьей части книги.

Труд И. П. Лаптева не лишен, конечно, и недостатков. Главный из них, пожалуй, тот, что не даны сравнительные оценки целесообразности различных типов освоения человеком природных ресурсов по ландшафтным зонам нашей планеты. А такие примеры крайне необходимы, так как население многих стран мира испытывает на горьком опыте результаты бесхозяйственности прежних поколений.

Дальновидные экономические расчеты для усовершенствования методов освоения северных лесов и нефти под дном Каспия необходимы ведь и нашей стране, особенно в связи с огромными потерями древесины при рубках и сплаве леса и утечках нефти, ведущих к массовой гибели рыб и сотен тысяч плавающих птиц.

Можно пожалеть также, что язык книги несколько суховат и изобилует иностранными терминами. О ряде фактов вопиющей бесхозяйственности в земледелии или в горнодобывающей промышленности сообщается как бы мимоходом. Так, страшный смысл короткой фразы: «В 1957 г. в факелах СССР сожжено 4 млрд. м<sup>3</sup> газа» (стр. 195) — ясен только для человека, который сам видел эти факелы, горящие десятилетиями, понимает, сколько народных средств затрачено на разведочное

бурение, и знает, что рядом с гигантскими газовыми факелами вырубятся ценнейшие горные леса для отопления кухонь, домов, электростанций.

Слабо использована иностранная литература по охране природы и не указаны некоторые важные работы на русском языке, касающиеся, например, участи китов, перелетных птиц и даже развития природоохранных идей в России. Такова, например,

книга Георга Марша «Человек и природа», изданная сто лет тому назад.

В следующем издании книги крайне желательно дать хорошие рисунки вместо сухих графиков и избежать многочисленных повторений в разделах второй части.

Хотя мы твердо убеждены, что созданные в наше время книги об охране природы на современном уровне знаний под силу лишь большому коллективу специали-

стов по различным областям знания (биологии, генетике, радио-биологии, биофизике, санитарии, медицине) и ведущим отраслям промышленности, сельскому, лесному, рыбному и охотничьему хозяйству, государственному и международному праву, — мы все же горячо рекомендуем книгу И. П. Лаптева широкому кругу читателей.

*Профессор Н. К. Верещагин*  
Ленинград

## КАК, ГДЕ И ПОЧЕМУ?

Н. Данилова, А. Кеммерих

### ВРЕМЕНА ГОДА

«Мысль», 1964, 176 стр.,  
ц. 34 коп.

Смена времен года в природе — привычное и вместе с тем всегда волнующее явление. Мы радуемся первому грачу — предвестнику весны — и первому жаркому дню, первому снегу и картинам золотой осени. Привычны нам ритмы в жизни растений и животных, в проведении сельскохозяйственных и других работ.

О смене времен года написано много хороших стихов и научных трактатов, методических наставлений и популярных книг. И вместе с тем появление новой книги — событие незаурядное, прежде всего потому, что авторы постарались соединить на ее страницах элементы всех этих жанров. Авторы рассказывают как смена времен года, особенности климата, интенсивность большинства процессов на Земле, в том числе в мире животных и растений, зависят прежде всего от продолжительности солнечного сияния и угла наклона солнечных лучей к земной поверхности, от интенсивности радиации. Но причины, обуславливающие особенности



явлений природы, значительно сложнее. Существенную роль играют циркуляция воздушных масс и морские течения, облачность и теплоизлучение земной поверхности, баланс тепла и влаги и суммы температур за период вегетации, и в то же время в книге раскрываются причины особенностей хода времени года на огромной территории нашей Родины, их геофизическая основа. Строго научно и в то же время популярно авторы знакомят с тем, как и где протекают сезонные явления в мире растений и животных, не забывая при этом о снеге, погоде,

о режиме ветров и гидрологических объектов. Они показывают комплексность этих явлений, раскрывают взаимосвязи и их роль в природе.

На территории нашей страны в разное время начинается зима, лето и осень, по-разному они протекают в Арктике и в субтропиках, в тайге и в степных просторах, не одинаковы сезоны на равнинах и в горах. 12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарин с борта космического корабля «Восток-1» наблюдал одновременно и белое пятно снегов на севере страны, и темную зелень тайги, и свободную от снега поверхность полей, и расцвет растительности в субтропиках. Авторы рассказывают, чем отличается весна Закавказья и Полярного Урала, зима белого безмолвия и цветущих камелий, лето в раскаленных песках и в дремучей тайге. Географы, много путешествовавшие, они делятся своими впечатлениями и наблюдениями над сезонными явлениями в различных районах нашей страны.

Стихи и отрывки из художественной прозы естественно сочетаются в книге с практической направленностью повествования, с рекомендациями по борьбе с заморозками и пыльными бурями,

с выбором сезона и места для отдыха и т. д. Авторы не только говорят о том, как лучше использовать различные особенности климата или приспособиться к ним, но и показывают пути его активного преобразования человеком.

В заключение хотелось бы

отметить, что не последнюю роль в зарождении замысла этой удачной книги сыграл «Календарь природы» в журнале «Природа», в котором Н. Данилова и А. Кеммерих много лет выступают в качестве авторов. Этот опыт помог им создать единую по замыслу и

весьма многогранную по содержанию книгу, интересную и полезную широкому кругу читателей.

Л. С. Абрамов

Институт географии АН СССР  
(Москва)

## ШТАБ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ

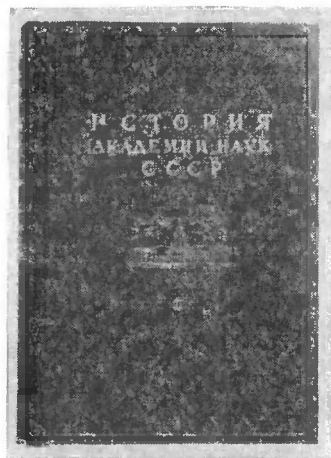
### ИСТОРИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Изд-во «Наука», том 2, 1964, 772 стр., ц. 3 р. 51 к.

Вышел в свет второй том «Истории Академии наук СССР», подготовленный Ленинградским отделением Института истории естествознания и техники. Он посвящен истории старейшего научного учреждения нашей страны более чем за вековой период — с 1803 по 1917 гг. Это были годы крупных социально-экономических перемен в жизни России. На рубеже XVIII — XIX вв. началось разложение феодально-крепостнического государства, более интенсивно стали расти промышленность, внутренняя и внешняя торговля. Все это привело к заметному оживлению культурной жизни страны, к развитию науки и высшего образования.

В начале XIX в. в России возникает много новых университетов. В 1803 г. принимается новый устав Академии наук, значительно расширяющий ее задачи. Академии вменяется в обязанность не только развивать науки, обогащая их новыми открытиями, распространять просвещение, но и заботиться о практическом применении науки, исследовать естественные богатства России, содействовать развитию промышленности, сельского хозяйства, торговли, ремесел и художеств.

Первая часть издания подробно излагает развитие естествен-



ных и общественных наук с 1803 по 1860 гг. В это время появляются фундаментальные труды по электричеству, фосфоресценции и магнетизму акад. В. В. Петрова. Осуществляются крупные исследования академиков Т. Е. Ловица, Н. О. Крафта, Я. Д. Захарова и др. по метеорологии, включающие изучение верхних слоев атмосферы с помощью аэростатов. Больших успехов достигает астрономия. Проводятся крупные геолого-географические исследования; среди них первое кругосветное плавание в 1803—1806 гг. под руководством чл.-корр., а потом почетного члена Академии наук, И. Ф. Крузенштерна, экспедиции на Кавказ, Новую Землю, в Восточную Сибирь и т. д. Крупных успехов достигают физи-

ка, химия, зоология и общественные науки: история, филология, славяноведение, этнография. В первой половине XIX в. складывается математическая школа М. В. Остроградского и П. Л. Чебышева, физическая школа Э. Х. Ленца и Б. С. Якоби. В 30-е годы широко реализуются технические изобретения в области электричества — электромагнитный телеграф Шиллинга, гальванопластика Якоби и т. д.

Вторая часть книги посвящена деятельности Академии в 60—90-е годы. Это были годы краха феодализма, бурного роста капиталистических отношений и революционного движения. Русская наука прославилась в этот период выдающимися работами целой плеяды замечательных ученых — математиков П. Л. Чебышева и В. Я. Буняковского, физиков А. Г. Столетова, Н. А. Умова, П. Н. Лебедева, химиков Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова, Н. Н. Зинина, биологов братьев Ковалевских и И. М. Сеченова, историков С. М. Соловьева и В. О. Ключевского и многих других. Открытия отечественной науки быстро становятся достоянием науки мировой, русская наука по ряду важнейших областей выходит на первое место в мире.

Заключительная часть второго тома «Истории Академии наук СССР» включает важную эпоху в жизни нашей страны — с начала XX в. по октябрь 1917 г.

В это время Россия вступила в период империализма, близился крах капиталистической системы, стремительно нарастала революционная волна. Многие передовые русские ученые становятся на сторону народа. В системе Академии наук создается ряд новых научных учреждений — среди них знаменитый Пушкинский дом (Институт русской литературы).

Большую славу русской науке принесли в этот период работы академиков А. П. Карпинского, Б. Б. Голицина, В. И. Вернадского, Н. С. Курнакова, Е. С. Федорова, И. П. Павлова, А. М. Ляпунова, А. Н. Крылова и сотен других выдающихся ученых, в том числе и не входивших в состав Академии. Сильно возрастает об-

щественное значение и государственная роль Академии наук. Достаточно привести только один пример. В начале первой мировой войны особенно резко обнаружилась технико-экономическая отсталость России, слабая изученность ее природных богатств. В феврале 1915 г. общее собрание Академии постановило создать Комиссию по изучению естественных производительных сил страны (КЕПС). В нее вошли ведущие ученые.

История Академии за первые почти два столетия ее существования в условиях феодально-капиталистического строя является историей борьбы передовой науки с реакцией, с помещичь-буржуазным государством, пре-

пятствовавшим развитию науки и культуры. В трудных условиях, создаваемых царским строем для развития науки, ученые Академии своими исследованиями завоевали ей славу одного из крупных центров отечественной и мировой науки.

Советская интеллигенция несомненно с большим интересом встретит выход в свет второго тома «Истории Академии наук СССР». Будем надеяться, что вскоре появится и заключительный, третий том этого издания, рассказывающий о многогранной деятельности высшего научного учреждения нашей страны за годы Советской власти.

*А. С. Сергеев*  
Москва

**Заметки,  
Наблюдения**



## ОНДАТРА В НЕВОЛЕ

Часто приходится слышать, что ондатру очень трудно приручить и сколько бы она ни жила в неволе, всегда может неожиданно укусить. У меня долгое время жила в доме ондатра и я хочу поделиться с читателями журнала своими наблюдениями.

Действительно, это очень недоверчивый зверек. Прожив полгода, Куська (как мы называли нашего «постояльца») позволял мне погладить лишь кончик хвоста, не более. Если мне нужно было взять его на руки, приходилось надевать меховые рукавицы. Однако во время обеда он неизменно появлялся возле стола, поднимался на задние лапки, скромно моргал глазами, аккуратно брал кусок прямо из рук и быстро убежал. Съев, возвращался за новой порцией.

Надо сказать, что меня очень удивила неразборчивость ондатры в пище: это абсолютно всеядный зверь. Он ни отчего не отказывался: ел хлеб, рыбу свежую, соленую, копченую, жареную, вареную, яблоки, какао, стуженное молоко, картошку, капусту, морковь, пшеницу и гречневую кашу, вермишель, мясную тушенку и даже охотно пил сладкое вино. И это несмотря на то, что естественный корм (молодые побеги тростника и корне-

вища рогоза) был всегда в избытке. Особенно он любил сладкое. Воды пил сравнительно мало.

В затемненном месте я положила старое ватное одеяло, где Куська устроил свое гнездо. Он изорвал одеяло на мелкие клочки и любил отдыхать, зарывшись в них и высунув одну мордочку с полузакрытыми глазами. Если ему удавалось найти бумагу, она немедленно утаскивалась в гнездо, где рвалась на мелкие кусочки. Этой работой зверек занимался обычно ночью. Тогда он превращался в хозяина квартиры и вел себя очень шумно. Он то и дело залезал в таз с водой, громко стучал лапами по полу, всегда находил какую-нибудь посуду, которой можно погремать и развивал бурную роющую деятельность. Все стены, особенно в укромных местах, были подрывы и их приходилось забивать фанерой, чтобы Куська не дорыл до улицы (дом был камышово-саманный). Но все-таки сообщение через стену с кухней он проделал.

Утром, не досчитавшись какой-нибудь одежды, мы неизменно находили ее в гнезде у ондатры. Днем Куська снова превращался в сонного, тихого зверька и выходил лишь изредка из своего угла.

*К. Л. Ерлыкова*  
Красноярск

## ДИКОРАСТУЩИЕ ЯГОДЫ КАРПАТ

Богата и разнообразна растительность Карпат. По мере подъема в горы постепенно меняется растительный покров — на смену одним видам растений появляются другие.

Наряду с крупными массивами хвойных и лиственных лесов в Карпатах большие площади заняты дикорастущими ягодными растениями — малиной, черникой, ежевикой, земляникой и брусникой. Здесь организована заготовка этих плодов для нужд населения и плодонеперерабатывающей промышленности. Карпаты дают около 10% собираемых ягод по всей нашей стране.

Наблюдения показывают, что дикие ягодные растения, произрастающие в горных поясах<sup>1</sup>, имеют различное распространение. Чаще всего встречаются и лучше развиты растения в гор-

ном лесном и субальпийском поясах — в альпийском ягоды почти не произрастают. Интересно установить, какой отпечаток накладывают природные условия отдельных растительных поясов на качество ягод.

В химическом составе ягод, собранных на отдельных растительных поясах, отмечается существенное различие. Самое большое количество сахара, органических кислот, пектиновых, дубильных и минеральных веществ, витамина С накапливается в ягодах, собранных на высоте от 500 до 1800 м над ур. м. Здесь они лучше развиты, крупнее и интенсивнее окрашены. С другой стороны, ягоды, собранные в предгорных районах, отличаются более высоким содержанием воды и, соответственно, меньшим содержанием сухих веществ.

Различия в составе и развитии дикорастущих ягод зависят от количества осадков, изменения последовательности температур отдельных поясов, а также от силы действия ультрафиолетового

<sup>1</sup> В Карпатах выделяются следующие растительные пояса: предгорный (до 450—500 м над ур. м.), горный лесной (от 450—500 до 1250—1400 м над ур. м.), субальпийский (от 1250—1400 до 1800 м) и альпийский (свыше 1800 м).

Ежевика созрела  
Фото И. Констатинова

Куст брусники субальпийского пояса Карпат

получения, мощного физического фактора.

Установленная зависимость химического состава ягод от произрастания их в различных горных растительных поясах имеет не только познавательное, но и практическое значение. При сборе и заготовках дикорастущих ягод нужно, прежде всего, обращать внимание на районы, где ягоды в пищевом отношении наиболее ценны.

А когда же в Карпатах лучше всего собирать ягоды? Посмотрите на таблицу. Вы видите, что дикорастущие ягоды созревают не в одно время, а постепенно сменяя друг друга в течение лета и осени. Это позволяет населению собирать урожай на протяжении длительного времени, использовать ягоды для своих нужд, а также через заготовительные организации обеспечивать консервную промышленность в течение более длительного сезона свежим сырьем.

А. В. Троян

Кандидат технических наук

И. Ф. Борух

Львов

## КАЛЕНДАРЬ

Таблица

сбора дикорастущих ягод горно-лесного пояса  
Карпат<sup>\*)</sup>

| НАЗВАНИЕ<br>ЯГОД | ИЮНЬ        |   |   | ИЮЛЬ |   |   | АВГУСТ |   |   | СЕНТЯБРЬ |   |   |
|------------------|-------------|---|---|------|---|---|--------|---|---|----------|---|---|
|                  | Д Е Н А Д Ы |   |   |      |   |   |        |   |   |          |   |   |
|                  | 1           | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1        | 2 | 3 |
| Клубника лесная  | ●           | ● | ● | ●    |   |   |        |   |   |          |   |   |
| Малина           |             |   | ● | ●    | ● | ● |        |   |   |          |   |   |
| Черника          |             |   | ● | ●    | ● | ● | ●      |   |   |          |   |   |
| Ежевика          |             |   |   |      |   |   | ●      | ● | ● | ●        |   |   |
| Брусника         |             |   |   |      |   |   |        | ● | ● | ●        | ● |   |

● Начало сбора

● Полный сбор

● Конец сбора

<sup>\*)</sup> Созревание ягод в предгорном поясе наблюдается на декаду раньше, а в субальпийском — на декаду позже

## ПЯДЕНИЦЫ НА КАМЧАТКЕ

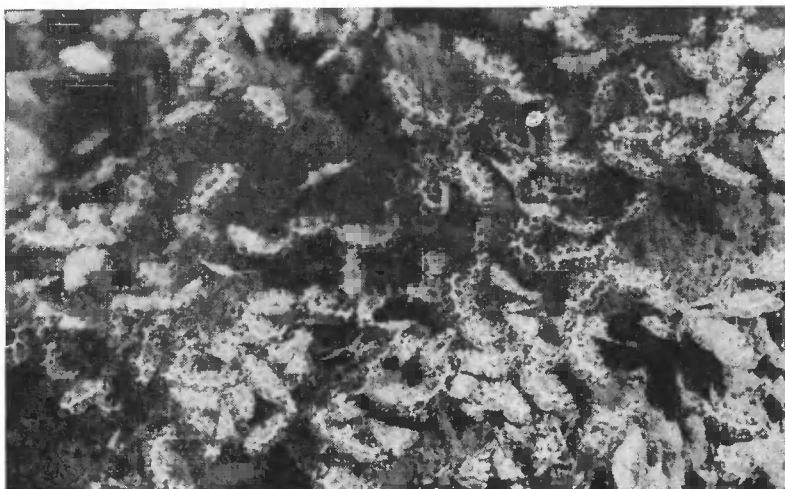
Летом 1964 г. на Камчатке в окрестностях поселка Ключи наблюдалось довольно редкое явление: нестрые бабочки сплошным ковром покрывали землю. При

приближении к этому живому коврику поднималась такая густая туча, что приходилось закрывать глаза, а лошади в страхе шарахались в сторону. Основная масса

бабочек осела в каменноберезовых лесах (*Betula Ermani* Cham.), на расстоянии до 20 км от поселка. Много их было и в ольхово-таежниковых зарослях у берегов р. Камчатки и меньше — в лиственничных лесах.

Основная масса бабочек появилась между 27 июня и 5 июля. Последняя же, в значительной степени обесцвеченная, бледная, отмечена в каменноберезнике 3 августа.

Известно, что эта бабочка встречалась на Камчатке и раньше, но одиночные экземпляры, как правило, внимания к себе не привлекали. Подобное массовое появление ее за последние 20 лет наблюдается мною впервые. Доктор биологических наук, проф. А. И. Куренцов (Дальневосточный филиал АН) рассказывал, что видел эту бабочку на Камчатке в 1958—1960 гг. в каменноберезниках, на горных тундрах и в субальпийском поясе, но всегда в небольшом количестве. Он же определил видовое ее название — пяденица березолистная (*Cidaria hastata* L.).



Скопление бабочек на почве

Фото автора

Этот широко распространенный вид питается в основном на березах, но способен переходить и на другие растения. Поврежденных древостоев каменной березы в 1964 г. еще не было отме-

чено, а бабочки для отдыха, кроме земли, из всех растений предпочитали герань «Егорьево копье».

П. Н. Дьяконов  
пос. Ключи на Камчатке

## В НОМЕРЕ:

**Фильмы.** Секреты живой клетки. В. И. Бокшицкая (110).

**Новости, события, факты.** 100-летний юбилей открытий Грегора Менделя. Торжественное заседание в Доме ученых в Москве. В. К. Щербаков (113). Золотая медаль имени А. С. Попова 1965 года (113). Премия имени А. С. Попова 1965 года (113). Всесоюзный Симпозиум по автоматическому распознаванию образов. М. Г. Гааза-Рапопорт, С. И. Смуглый (114). Коллоквиум по атмосфере и радиоволнам (114). Человечество и поток информации (115). Полет корабля «Джеминай-4». М. И. Голышев (116). Новые астрономические открытия (116). Равновесна ли Антарктида? (117). Необычная ДНК у крабов. А. Ф. Орловский, К. Л. Гладиллин (118). Заседание Французского геологического общества в Словакии (118). Пищевые и лечебные достоинства болгарского перца. Ташо Ташев (119). Новый сорт хлопчатника (119). Успехи словачских энтомологов (119). «Sciens News Letters» о важнейших достижениях науки в 1964 г. (120). Частота полезных мутаций (120).

**Заметки, наблюдения.** Кубинские «моготы». В. И. Покрышкин (112). Овдатра в неволе. К. Л. Ерлыкова (125).

**Книги.** Научные основы охраны природы (И. П. Лаптев. Охрана природы). Н. К. Верещагин (122). Как, где и почему? (Н. Данилова, А. Кеммерих. Времена года). Л. С. Абрамов (123). Штаб отечественной науки (История Академии наук СССР). А. С. Сергеев (124). Коротко о книгах (19, 35, 42, 70, 74, 102).

**Календарь природы.** Дикорастущие ягоды Карпат. А. В. Троян, И. Ф. Борух (126). Пяденицы на Камчатке. П. Н. Дьяконов (127). Смородина сахалинская. М. В. Чернышев (128).

## СМОРОДИНА САХАЛИНСКАЯ

На Сахалине и Курильских островах, пожалуй, нет такого типа леса, в котором не произрастала бы смородина сахалинская, иначе называемая моховкой или клоповкой. Этот вид красной смородины повсеместно и в большом количестве встречается по сырым и заболоченным местам речных долин, под пологом темной хвойной тайги и смешанных насаждений, по лесным пустырям, рединам, гарям и вырубкам, поднимаясь в горы до 1000 м над ур. м. Особенно разрастается она по моховым кочкам, замшелым пням и валежинам.

Куст имеет гладкие, коричневые стволы, которые стелются по земле и укореняются. В возрасте 5 лет они достигают 1,5 м высоты и 1,5 см толщины. Листья ее округлые, трехлопастные снизу по жилкам с короткими железистыми волосками, сверху — голые. Длина листа до 10 см, ширина — 11,5 см, длина черешка 8,5 см. Цветки желтовато-зеленые или розоватые, диаметром до 8 мм, собраны в кисти по 8—13 штук, длиной в 5—7 см. На одном стебле бывает до 15 кистей и более. Во время цветения смородина сахалинская хорошо посещается медоносными пчелами.

Плоды овально-шаровидные, красно-оранжевые, диаметром до

0,9—1 см и весом в 500 мг, покрыты мелкими беловатыми волосками. В свежем виде они содержат: 6,75% сахара, 2,54% кислоты и на 100 г сырой продукции 175—185 мг витамина С. Вкус плодов сладковатый, с легкой горечью и едва уловимым запахом полевого клопа, что ничуть не снижает вкусовых достоинств ягод. Население Сахалина использует ягоды в пищу свежими и готовит из них кисель.

Смородина сахалинская ежегодно дает обильные урожаи ягод, начинает вегетацию раньше других видов и быстрее созревает.

Продолжительность вегетационного периода смородины сахалинской не превышает четырех месяцев, что дает возможность использовать ее для селекционной работы с целью получения скоро-спелых сортов красной смородины с ягодами, богатыми витаминами.

Смородина сахалинская нетребовательна к условиям произрастания, почти не повреждается заморозками, болезнями и вредными насекомыми, неплохо размножается вегетативным и семенным способами. Она заслуживает более пристального внимания со стороны ученых, специалистов и любителей садоводства.

М. В. Чернышев  
Южно-Сахалинск

Художественный редактор З. К. Тарасенко

Технический редактор Д. И. Флейшман

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:** Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 52, В 1-76-80

Подписано к печати 23/VII—1965 г.  
Уч.-изд. л. 13,39

Т-09060

Бум. л. 4

Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Тираж 24000

Печ. л. 8 + 3 вклейки

Зак. 2615

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

# ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ НАШЕГО ЖУРНАЛА

С 1 января 1966 г. подписная  
цена на журнал «Природа»  
СНИЖЕНА с 8 руб. 40 коп.

до 6 руб. в год  
и соответственно с 70 коп. до 50 коп.  
за номер. Объем журнала и перио-  
дичность (один раз в месяц)  
остаются без изменений.

В 1966 г. журнал будет продол-  
жать публикацию популярных ста-  
тей и других материалов ведущих  
ученых о новых исследованиях  
в различных областях естествозна-  
ния: по физике атомного ядра и  
атомной энергии, о современных  
проблемах астрономии, киберне-  
тики, химии, биологии, о новых  
работах советских и зарубежных  
геологов, океанологов, зоологов,  
физиологов. При этом значительное  
внимание будет уделено освещению  
актуальных вопросов биологии и  
биохимии, в частности таких раз-  
делов этих наук, как генетика,  
цитология, селекция, в развитии  
которых достигнуты огромные ус-  
пехи.

Читатели, интересующиеся ес-  
ествознанием, любящие природу,  
найдут в журнале разнообразный  
материал в разделах «В защиту  
природы», «В лабораториях уче-  
ных», «На карте мира», «Родная  
страна», «Экспедиции, путеше-  
ствия», «Богатства недр», «Загадки  
природы», «Гипотезы», «Ответы  
на письма читателей» и др.

В каждом номере журнала — 8 пе-  
чатных листов (128 стр.), 80—100  
иллюстраций, 2—3 цветные вклейки.

Журнал «Природа» распростра-  
няется главным образом по подпи-  
ске, розничная продажа ограничена.

Подписка принимается без огра-  
ничений в пунктах подписки «Союз-  
печати», отделениях связи, а также  
общественными распространите-  
лями, печати, конторой и магази-  
нами «Академкниги».

70 коп.

Индекс 70707



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»