

ПРИРОДА



7
1966

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук **Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ** (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 географических наук **Л. А. ЧУБУКОВ**; доктор физико-математических наук **С. П. КАПИЦА**; кандидат философских наук **Н. Ф. ОВЧИННИКОВ**

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 **Б. М. КЕДРОВ** (философия естествознания); 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)

Исполнилось 20 лет Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР. Основное направление работы обсерватории — исследование галактик. На первой странице обложки изображены туманность Андромеды и макет 40-дюймового телескопа, изготовленного ГОМЗ. На четвертой странице — общий вид обсерватории. Подробно об ее научных достижениях рассказано в статье акад. **В. А. Амбарцумяна** и **Н. Л. Ивановой** в этом номере журнала.

Обложка художника
К. И. Никохристо

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ПЯТЫЙ

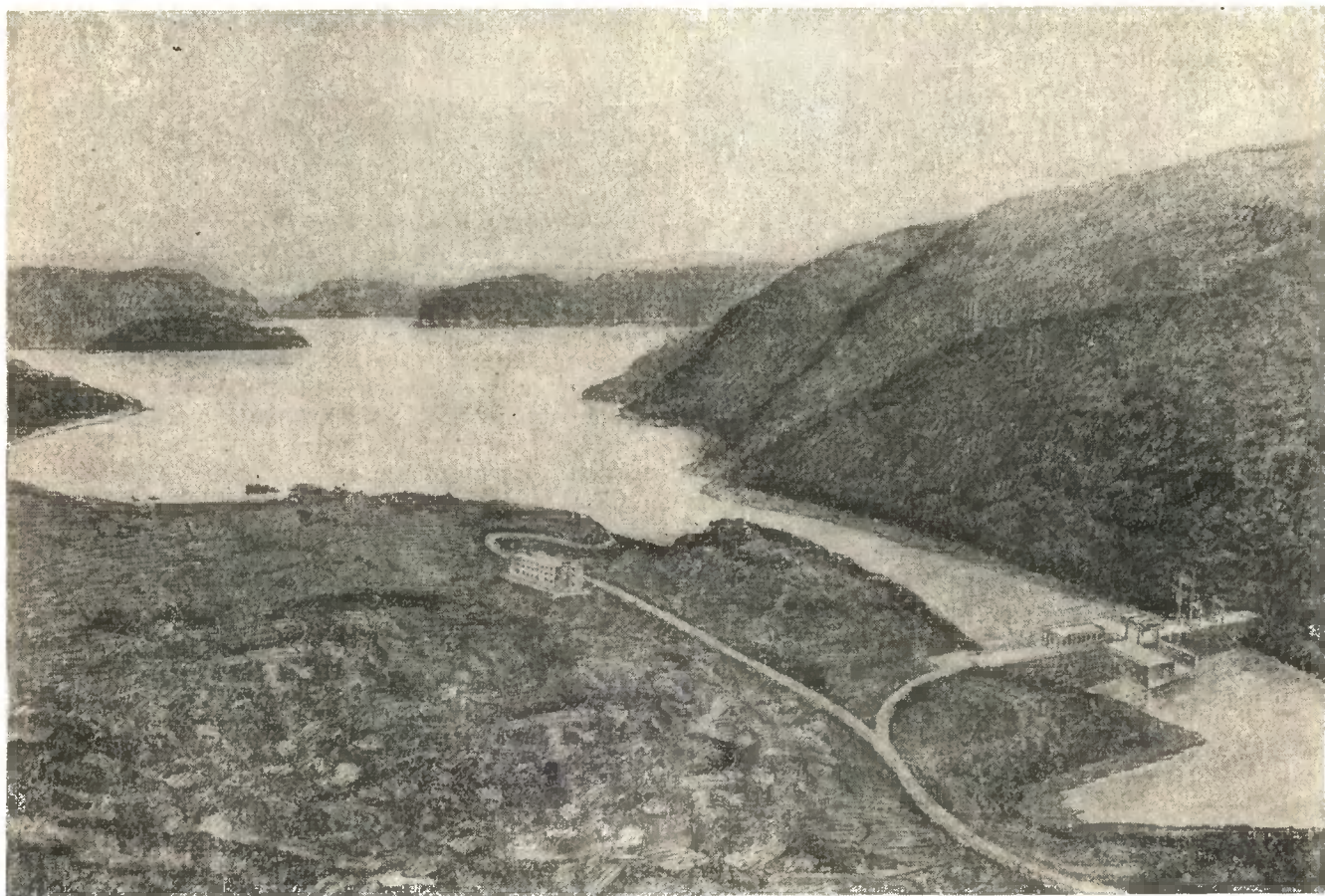
7
1966

В НОМЕРЕ:

Популяционная генетика, экология и эволюционное учение. <i>С. С. Шварц</i>	2	Записки натуралиста. Я плаваю среди бегемотов. <i>Бернгард Гржимек</i>	68
Новое в физике твердого тела. Электрический ток усиливает волны. <i>С. Г. Калачников, Ю. В. Гуляев</i>	14	Мемуары. История одного искания. <i>Н. А. Романов (77)</i> . Замысел «стохастической теории обучения» у <i>Н. А. Романова, А. Н. Колмогорова (88)</i> .	
Ультразвук и клетка. <i>И. Е. Эльпинер</i>	23	В лаборатории природы. Амбра и промысел кашалотов. <i>М. В. Ивагин</i>	90
25 лет эры антибиотиков. <i>С. А. Ваксман</i>	33	Богатства недр. Горючие сланцы Эстонии. <i>М. Я. Губергриц</i>	94
Бюраканская астрофизическая обсерватория. <i>В. А. Амбарцумян, Н. Л. Иванова</i>	41	Грозные явления природы. Тропические циклоны. <i>П. Д. Астапенко</i>	101
Обзоры. Математическое моделирование в биологии. <i>Г. Н. Зубенко, А. С. Кардашева (50)</i> . Нейросекреция. <i>Е. И. Моисеев (54)</i> .	58	История науки. Элементы нулевой группы. 50 лет со дня смерти Уильяма Рамзая. <i>Ю. С. Мусабеков</i>	107
Гипотезы. Ледники и климат. <i>О. П. Чижов</i>			
Наука сельскому хозяйству. «Земное» будущее хлореллы. <i>Т. Бабаев</i>	66		

(Продолжение на 128 стр.)

Аксометрическое изображение проекта опытной Кислобубской приливной электростанции, сооружаемой в настоящее время близ Мурманска. Автор проекта Л. Б. Беринштейн (Институт Гидропроект)



ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА, ЭКОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

Член-корреспондент АН СССР

С. С. Шварц

Институт биологии Уральского филиала АН СССР (Свердловск)

Брюссель, 1958 год. Всемирная промышленная выставка, отдел науки. В центре выставки знаменитый атомium — символ современной науки. Коллекционеры охотятся за спичечными коробками с изображением первого посланца в космос — нашей Лайки. Поражают стенды, демонстрирующие достижения химии полимеров, физики сверхвысоких давлений, сверхнизких температур... И рядом скромный стенд с бабочками — светлыми и темными. Что заставило устроителей выставки поместить их рядом с экспонатами, иллюстрирующими лучшие из лучших достижений науки нашего века?

«Промышленный меланизм» бабочек, обычно называемый индустриальным. Это выражение не сходит со страниц биологической литературы. Знаменитостью стала *Biston betularia*, бабочка белесая — под цвет березовой коры. Однако за последние 100 лет промышленность Англии настолько задымила белую кору берез, что покровительственная окраска бетулярии перестала охранять ее от многочисленных врагов. И вот на глазах у человека окраска бабочки стала изменяться. Она становится темной, под цвет коры берез промышленных районов. Зоологи и генетики установили, что изменение окраски бабочки произошло по законам дарвинизма: путем отбора темных особей и вытеснения светлых возникла новая форма бетулярии, новые свойства ко-

торой наследственно закреплены. Впервые человеку удалось наблюдать эволюционный процесс в действии, и это было расценено как триумф науки, достойный демонстрации рядом с достижениями атомной физики.

Для все большего числа ученых становится аксиомой, что в наше время наука служит непосредственной производительной силой. Если это так, то и эволюционную теорию надо рассматривать не только как средство познания путей развития живого мира, но и как средство управления им. Становится ясно, что эволюционная проблематика не только не потеряла своего ведущего значения в биологии, но что перед ней стали новые, неизмеримо более сложные задачи.

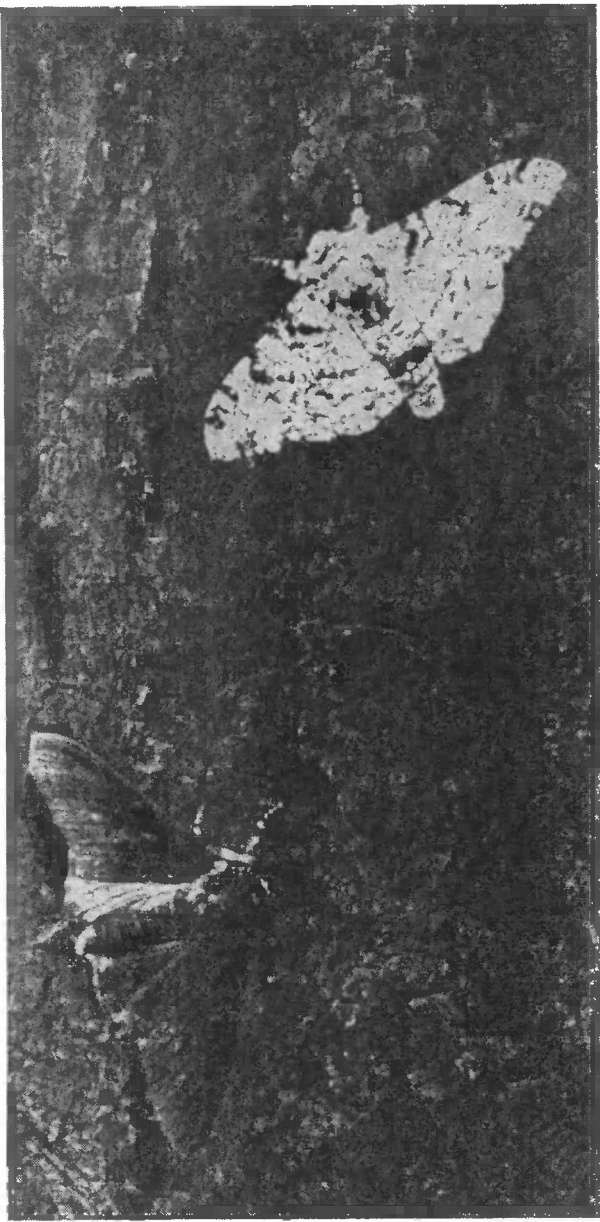
Современное эволюционное учение (современный дарвинизм) — это лишь гениальная схема реального положения вещей в природе. Для того чтобы эту схему превратить в теорию управления эволюционными процессами, необходима громадная целеустремленная работа. Чрезмерный оптимизм («все понятно»), нередко сквозящий в научной, и особенно в научно-популярной литературе, столь же вреден, как и чрезмерный пессимизм. Нельзя забывать, что речь идет о самом сложном явлении природы — развитии жизни.

Каковы же главные пути развертывания гениальной схемы Дарвина? В настоя-

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ

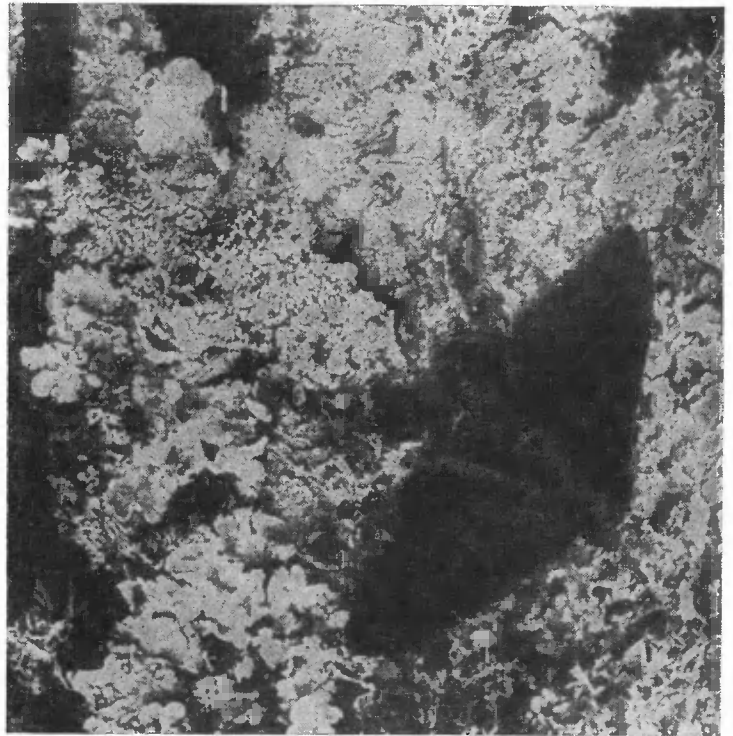
Сущность популяционной генетики сводится к изучению законов динамики генетических вариаций (генов и генотипов) в природных и экспериментальных популяциях животных, растений и микроорганизмов. С общепроизводственной точки зрения эта задача не менее важна, чем центральная проблема общей генетики — изучение структуры наследственных единиц, генов и механизмов их действия. Для того чтобы понять все возрастающую роль этой молодой науки в развитии эволюционного учения, необходимо обратиться к истории.

Рождение современной генетики, связанное с вторичным открытием законов Менделя, было встречено дарвинистами отнюдь не с восторгом. Это понятно. Ведь суть теории Дарвина заключается в творческой роли естественного отбора. Между тем, гене-



Бабочка белесая (*Biston betularia*) окрашена под цвет березовой коры. Однако за последние 100 лет промышленность в Англии настолько задымила белую кору берез, что покровительственная окраска перестала охранять бетулярий от врагов. И постепенно окраска бабочек изменилась, стала темной; возникла новая форма бетулярии. На темной коре дерева светлая форма видна отчетливо, темная заметна гораздо хуже

щее время эти пути наметились с достаточной отчетливостью — это синтез популяционной генетики с экологией.



Те же бабочки на стволе дуба, обросшего лишайниками. Здесь, напротив, хорошо видна темная форма, светлая же неразличима

тики утверждали, что единственная известная форма наследственной изменчивости — это мутации. Но возникновение мутаций в отборе не нуждается. Они появляются спонтанно, в готовом виде и, как думали ранние генетики, особенности мутаций выражены достаточно резко. Самое большее, что может сделать отбор, это отсеять явно неблагоприятные мутации. Роль сита — это не очень-то почетная роль для ведущего механизма эволюционного процесса.

Этим и определилась реакция дарвинистов. Они не почувствовали в генетике могучего союзника и отрицали роль мутаций как источника изменчивости живых организмов, на основе которой естественный отбор создал все многообразие живых организмов. Распространению этой точки зрения способствовало и то немаловажное обстоятельство, что почти все известные в то время мутации оказывались вредными, а в теоретических работах генетиков того периода явно проявлялись механистические тенденции. С другой стороны, ранние дарвинисты еще не понимали, что закон расщепления, независимого распределения признаков и относительного постоянства генов снимает ряд трудностей теории Дарвина.

ДАРВИНИЗМ И МЕНДЕЛИЗМ

Само собой понятно, что в трудах разных ученых тенденция противопоставления дарвинизма и менделизма проявлялась в разной степени и в разных формах, но в целом почти 30-летний период начала века можно рассматривать как период самостоятельного развития эволюционного учения и генетики. Решающий шаг к взаимному обогащению этих ведущих разделов естествознания был сделан в 1926 г. С. С. Четвериковым, в его статье «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (Журн. эксп. биологии, т. 2, вып. 1).

В нашу задачу не входит анализ этой замечательной статьи, положившей начало новому направлению и в генетике, и в эволюционном учении. Отметим лишь главное. Четвериков раскрыл роль дискретных наследственных единиц в изменчивости популяций и показал, что на основе мутаций в природных популяциях животных накапливается огромный потенциал изменчивости — «скрытая изменчивость». Этот наследственный потенциал, механизм формирования которого вполне соответствует за-

конам генетики, и есть тот материал, на основе которого работает естественный отбор. Вывод С. С. Четверикова получил подтверждение и развитие в трудах плеяды замечательных генетиков, среди которых видное место занимают русские исследователи — Н. П. Дубинин, Н. В. Тимофеев-Ресовский и др.

Этот интереснейший период в развитии биологии со временем станет предметом специального анализа в истории науки. За какие-нибудь десять лет генетика, рассматривавшаяся до работ С. С. Четверикова лишь как ненадежный спутник дарвинизма, превратилась в его основу, а эволюционные работы, не учитывающие достижений генетики, оказались простым анахронизмом. Стало ясно, что именно мутации и есть тот материал, на котором основывается эволюция, а следовательно, все закономерности, касающиеся цитологических основ наследственности и фенотипического проявления мутаций, имеют прямое отношение к дарвинизму, к теории естественного отбора. Симптоматично само название одной из важнейших работ этого периода: «Генетическая теория естественного отбора» (Р. Фишер, 1930). Возникла новая система идей, суть которой сводится к следующему: источник изменчивости — мутации генов и их рекомбинации. Особо подчеркивается исключительная роль рекомбинаций. Если наследственность животного определяется 1000 генов, каждый из которых может проявляться в 10 формах (10 аллелей), то это значит, что на основе рекомбинаций может возникнуть 10^{1000} генотипов. Это число превышает число электронов в видимой части Вселенной.

Что же определяет распространение в популяции отдельных генов, их сочетание в генотипы, наилучшим образом приспособленные к условиям внешней среды? Какую роль в этом процессе играет мутирование? Ответить на эти вопросы методами классической генетики оказалось невозможно. Возникло новое направление генетики — популяционная генетика. Посмотрим, к каким же выводам пришла эта наука за 30-летний путь своего развития.

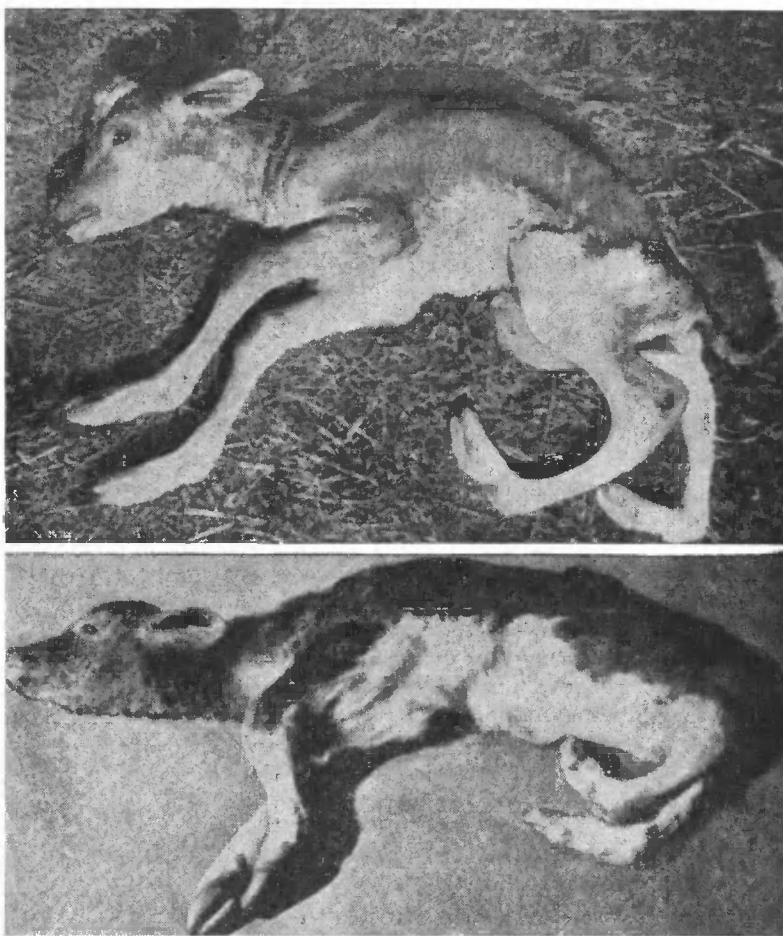
С точки зрения генетика, популяция — это та элементарная совокупность особей одного вида, в пределах которой реализуется свободное скрещивание, осуществляется свободный обмен генами. Таким образом определяется генетическое свое-

образии популяции, ее отличия от других популяций вида.

Однако генетическое единство популяции всегда сочетается с ее генетическим разнообразием. Даже родные братья и сестры бесчисленных растений и животных генетически неидентичны. Это было особенно ярко показано на плодовых животных, например, амфибиях. Потомство от одной пары животных представляет собой популяцию в миниатюре, генетическая разнородность которой остается значительной. Отсюда следует, что любое скрещивание приводит к возникновению новых генетических вариантов.

Это положение существенно отличается от представлений генетиков начала века. Не крупные, бросающиеся в глаза наследственные изменения, макромутации, такие как коротконогость овец, резкие отличия в окраске птиц или млекопитающих, изменение структуры волоса или пера и т. д., определяют различия между особями популяции. Действительно, как правило, макромутации вредны и в природных популяциях проявляются относительно редко. Генетическая индивидуальность животных определяется мелкими, нейтральными мутациями, ничтожными изменениями наследственного аппарата клетки, определяющими такие ничтожные особенности животных, как чуть-чуть более светлую или темную окраску, чуть-чуть большие или меньшие размеры тела, ничтожные различия в уровне метаболизма и т. п.

Изучая внешние проявления подобных малых мутаций, генетики пришли к выводам, имеющим первостепенное значение для познания механизмов эволюционного процесса. Оказалось, что громадное большинство признаков, которыми различаются животные в пределах популяции, определяется не одним геном, а комплексом их (полигенная детерминированность признаков) и



Генетическая индивидуальность животных определяется мелкими мутациями, ничтожными изменениями наследственного аппарата клетки; макромутации, как правило, вредны. Типичный пример — наследственное нарушение нормального развития конечностей. Животные с подобными нарушениями обречены на вымирание

еще большего числа генов-модификаторов. Это страхует организм от случайно вредного изменения генотипа. Если данная особенность организма определяется молекулярной структурой одного из тысяч локусов (локус — место или точка хромосомы, где располагается данный ген), то изменение его в результате мутации или рекомбинации при скрещивании неизбежно вызовет заметное изменение морфо-физиологических особенностей животного. Если же признак определяется структурой многих локусов, тем более, расположенных в разных хромосомах, то возможности случайного нарушения нормального развития сводятся к минимуму. Поэтому понятно, что наиболее важные признаки организма (в особенности

его физиологические особенности) застрахованы указанным путем особенно надежно. Свойства части (гена) определяются свойством целого (генома, а весьма вероятно, и половой клетки в целом).

Таким путем современная генетика преодолевает известный механизм своих хранителей. Эти открытия имеют важные следствия в популяционной генетике. Так как малые мутации в большинстве случаев не оказывают видимого влияния на жизнеспособность животного, то создаются условия для их накопления в общем генофонде популяции. Таким путем в популяции возникает громадный резерв генетических потенций.

ГЕТЕРОЗИС

Другое, не менее существенное открытие популяционной генетики заключается в повышенной жизнеспособности гетерозигот. Сочетание в едином генотипе разных аллельных генов (разных генетических потенций, унаследованных от отца и матери) повышает жизнеспособность организма. Поэтому, даже в том случае, если мутация оказывается вредной, она не исчезает из популяции, так как повышенная гибель гомозигот уравнивается снижением смертности гетерозигот. Это приводит к тому, что, например, в популяциях человека сохраняются гены, вызывающие в гомозиготном состоянии тяжелые заболевания (в целом их присутствие в популяции оказывается полезным). Естественно, что и это приводит к непрерывному обогащению генофонда популяции.

ПОПУЛЯЦИЯ КАК ЦЕЛОСТНАЯ СИСТЕМА

Третий вывод рассматриваемого направления популяционной генетики имеет, пожалуй, для развития эволюционного учения еще большее значение. Коль скоро важнейшие биологические особенности организма определяются не единичными генами, а их комплексами, и поскольку вредные (в том числе и летальные) мутации могут оказаться полезными в гетерозиготном состоянии, то из этого следует, что ценность любой мутации определяется не ее индивидуальными свойствами, а свойствами генотипа в целом. Но так как скрещивание приводит к постоянному перемещению

генов и постоянному изменению генотипов, то в конечном итоге ценность отдельных мутаций определяется свойствами общего генофонда популяции в целом.

Этот вывод имеет исключительное значение. Он показывает, что популяция — единая, целостная система: изменение отдельных генотипов влияет на общий генофонд популяции, но и изменение генофонда изменяет роль отдельных генотипов и даже отдельных генов в развитии системы. Отсюда единственно возможное заключение: элементарной единицей эволюционного процесса являются не отдельные особи, а популяции. Это положение стало основой современного эволюционного учения, его справедливость ежегодно подтверждается новыми и новыми экспериментальными исследованиями.

С другой стороны, сказанное ранее показывает, почему, несмотря на то, что единичные наследственные изменения — мутации по своей природе дискретны, изменчивость организмов имеет непрерывный характер. Эта непрерывность есть следствие совокупного действия множества генов и их модификаторов. Возникающие на этой основе различия между отдельными особями могут быть не менее резко выражены, чем различия, вызванные макромутациями.

Рассмотренное направление популяционной генетики исследует законы формирования генофонда популяции. Другое направление изучает генетическое преобразование популяции при изменении условий внешней среды (изменение направления отбора). В соответствии с изменением направления отбора происходит изменение частоты встречаемости разных генотипов и изменение средней нормы изменчивости популяции в целом. Этот процесс может быть легче всего понят на конкретном примере.

Стрептомицин в концентрации 25 мг/кг останавливает рост кишечной бактерии *Escherichia coli*. Однако, если несколько миллионов бактерий выращивать на питательной среде, содержащей стрептомицин, то наблюдатель скоро обнаружит, что через несколько поколений рост *E. coli* возобновляется и не прекращается даже при высоких концентрациях антибиотика. Специальный анализ показал, что среди миллионов бактерий (напомним, что популяции других существ, генетически разнородны) оказались и такие, которые обладают наслед-

ственной стойкостью к стрептомицину. Естественно, что они не были уничтожены, а дали новые поколения, к стрептомицину невосприимчивые.

Точно таким же путем в условиях эксперимента были созданы и ядостойкие популяции различных насекомых. Точно таким же путем они возникают и в природе при бездумном использовании стандартных ядохимикатов. Это один из примеров, иллюстрирующих значение популяционной генетики для практики (медицина, борьба с вредителями). Экспериментальные исследования этого направления к настоящему времени насчитываются тысячами, общее число работ по популяционной генетике уже давно перевалило за 2000. Их главный итог сводится к нескольким положениям, столь твердо доказанным, что они заслуживали бы возведения в ранг законов популяционной биологии.

ЗАКОНЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

1. Чем больше генетическая разнородность популяции и чем шире и богаче скрытыми мутациями ее генофонд, тем выше ее жизнеспособность, тем выше ее экологическая пластичность, тем быстрее и полнее она преобразуется под влиянием измененной среды и соответственного изменения направления отбора. Экспериментально показано, что в течение 15 поколений отбор изменяет устойчивость некоторых популяций насекомых к ДДТ в 600 раз!

2. Доказано, что в отдельных случаях преобразование популяции вызывается изменением частоты распространения моногенно детерминированных признаков (это иллюстрируется, кстати сказать, и индустриальным меланизмом бабочек). В других, значительно более частых случаях изменение отбора ведет к изменению сочетания производителей, к изменению селекционной ценности различного сочетания совокупно действующих генов. Таким путем на основе исходного генофонда возникают новые генотипы, отсутствовавшие в исходных популяциях.

3. Отбор в течение многих поколений (громадное большинство природных популяций существует сотни и тысячи лет) создал наилучшим образом сбалансированные генотипы и популяционный генофонд. В такой сбалансированной системе жизнеспособ-

ность отдельных генотипов определяется комплексом других. Это значит, что даже если ни темп мутирования, ни его характер не изменяются (зависимость характера мутирования от свойств генотипов — один из сложнейших и еще не решенных вопросов популяционной генетики), то и в этом случае в измененной в результате отбора популяции новые мутации будут иметь уже новое значение, так как они служат основанием для формирования новых генотипов. Это обеспечивает принципиальную безграничность эволюционного прогресса.

Мы видим, что выводы популяционной генетики не противоречат принципам классического дарвинизма. Наоборот, они наполняют конкретным содержанием расплывчатое понятие Дарвина «неопределенная изменчивость», и позволяют вскрыть конкретные механизмы начальных стадий эволюционного процесса. Однако популяционная генетика породила и некоторые теоретические трудности. Экспериментальные исследования позволили определить возможную скорость эволюционных преобразований (с точностью до одного порядка величин) при давлении отбора определенной силы. И вот оказалось, что в ряде случаев реальный темп эволюции резко отклоняется от теоретических ожиданий. Приведем лишь два примера.

Завезенный в Америку воробей за 100 лет изменился в такой степени, что по всем правилам систематики его следовало бы возвести в ранг резко выраженного подвида. Учитывая различия в условиях существования воробья на новой и старой родине подобная скорость формообразования явно не укладывается в рамки теории.

Противоположный пример может быть заимствован из хорошо изученной палеонтологической истории лошади. В ряду ископаемых предков нашей лошади в связи с приспособлением к питанию жесткой пищей происходило неуклонное увеличение диаметра коренных зубов, но пло оно со средней скоростью 0,2 мм за 1 млн. лет. При этом диапазон изменчивости в пределах отдельных популяций достигает 3 мм! Сопоставление этих примеров показывает, что помимо давления естественного отбора, должны быть еще какие-то факторы, определяющие скорость эволюционных преобразований популяций. Гипотезы, рассматривающие эти факторы, уже более 20 лет тому назад оформились в теорию, развитие кото-

рой связано с именами С. С. Четверикова, С. Райта, Н. П. Дубинина, Э. Майра, Д. Д. Ромашова и некоторых других генетиков и зоологов.

ГЕНЕТИКО-АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Сущность этих представлений может быть сведена к следующему. Если какой-нибудь изолированный участок пространства (для наземных животных — остров, а для рыб — озеро и т. п.) заселяется представителями определенного вида, то вселенцы не являются полноценными представителями исходной популяции. Генофонд новой популяции не только обеднен, но и специфичен, так как определяется генотипом особей-основателей. Поскольку заселение новых территорий (или акваторий) происходит случайно, то и генетическая структура новой популяции в значительной степени обязана своим образованием случайности. Само собой понятно, что и на новой родине популяция будет подвергаться силам отбора, но так как отбор всегда работает на основе присутствующего генофонда, то и на результат отбора не может не повлиять исходный состав новой популяции, тем более, что приток новых особей извне прекращен (изоляция!). Быстро возникает новая популяция, изменяющаяся в своеобразном направлении. Так, например, на архипелаге островов возникает группа близких форм (подвидов, видов), обособление и морфологическая дифференциация которых происходит значительно быстрее, чем на сплошном участке ареала. Особенности этих форм трудно объяснить только действием естественного отбора, но они могут быть обоснованы теорией генетико-автоматических процессов.

Легко понять, что вполне аналогичный принцип действует не только в пространстве, но и во времени. После резкого спада численности вида, вызванного каким-нибудь неспецифическим фактором среды — наводнения, бури, весенние снегопады и т. п., популяция восстанавливается за счет немногих оставшихся в живых особей. Их генофонд не совпадает с исходным генофондом популяции, поэтому при восстановлении численности срабатывает тот же самый механизм случайного основателя, что и при пространственной изоляции. Не вдаваясь в детали, полезно указать, что, согласно большинству теоретических представлений,

эволюционные преобразования популяций происходят особенно быстро в тех случаях, когда вид представлен относительно изолированными, средних размеров, популяциями.

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Таким образом, генетики, а следом за ними и многие зоологи и ботаники, пришли к выводу, что эволюционный процесс определяется естественным отбором, изоляцией и динамикой численности (волны жизни)¹. Разные авторы придают этим факторам различное значение, но в целом указанная концепция признается большинством биологов, и на Западе она получила известность как «синтетическая теория эволюции». Как уже указывалось, наиболее крупные эволюционисты отдают себе отчет в том, что в своем современном виде теория эволюции еще далека от совершенства. Но ведь это можно сказать и про любую естественно-научную теорию, и, подобно любой другой теории, она должна развиваться. Каковы же пути дальнейшего развития теории эволюции органического мира? Здесь мы покидаем твердую почву уже давно завоеванных научных фактов и становимся на неизмеримо более зыбкий грунт гипотез.

Несомненно, что в ближайшем будущем значение популяционно-генетических исследований не только не уменьшится, но и значительно возрастет. Об этом свидетельствуют работы последних лет, вскрывшие ряд принципиально новых закономерностей. Так, за последний 10-летний период было показано, что уровень интеграции генотипа в процессе эволюции возрастает; что обогащение популяционного генофонда сопровождается ростом резерва генетических потенций отдельных индивидов и, в соответствии с этим, роль изоляции зависит от того, из каких популяций происходят животные-основатели; что при скрещивании двух популяций, через несколько десятков поколений, возникает новая популяция, новая полигенная система, лучше приспособленная к условиям внешней среды. Трудно переоценить значение подобных исследований для совершенствования теории эволюции. И тем не менее, нам кажется, что любая

¹ Термин «волна жизни» предложен С. С. Четвериковым задолго до появления понятия «генетико-автоматический процесс».

степень их развития не решит поставленной задачи во всей ее неимоверной сложности. На чем основывается это утверждение?

СОЮЗ ГЕНЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ

Несомненно, что первый шаг эволюционного процесса заключается в преобразовании популяций. Изучение этого первого шага крайне важно, и на этом пути популяционная генетика сделала исключительно много: основные пути процесса вскрыты и могут быть воспроизведены в эксперименте. Однако эволюция не исчерпывается ее первым шагом. Объяснить эволюцию — это значит вскрыть механизмы видообразования с той степенью детальности, которая позволила бы управлять этим процессом. Понять эволюцию — это значит понять конкретные механизмы возникновения не только видов, но и высших таксономических категорий. Решить эти проблемы силами одной популяционной генетики невозможно, но ряд исследований последнего времени (в том числе и проведенные в лаборатории автора) показывают, что это под силу союзу генетики и экологии.

Совершенно очевидно, что крупные филогенетические преобразования происходят в процессе приспособления животных к своеобразным условиям среды. Возникновение амфибий связано с приспособлением к жизни на суше, возникновение рептилий знаменует собой окончательный переход к сухопутному образу жизни, возникновение отдельных групп копытных определилось их приспособлением к существованию на открытых пространствах и т. п. Почти невозможно себе представить, чтобы подобного типа приспособления возникали в условиях изоляции на небольших участках пространства. Наоборот, поистине необозримое число фактов говорит о том, что существенные эволюционные сдвиги, которые в своей совокупности привели к формированию современного нам органического мира, произошли в процессе освоения крупных участков арены жизни и в процессе освоения животными новых экологических ниш. Однако стимулы к этому процессу возникают лишь в сложных, богатых видами, сообществах. Только в этих условиях обостренная конкуренция вынуждает животных занять наиболее выгодную позицию в экологической системе. Не случайно громадное множество фактов показывает, что при столкно-

вании материковых и островных форм, победителями неизменно оказываются первые — они прошли неизмеримо более суровую школу жизни! Не случайно также, что громадное большинство островных форм отличается явно незначительными биологическими признаками. Это скорее монстры эволюции, чем продукты ее генеральных направлений. Буквально все исключения из этого правила легко объясняются специфичностью действия отбора, а не автоматическими процессами.

Лишь на открытых просторах арены жизни, подвластных всем ветрам борьбы за существование, закладываются основы новых приспособительных типов живых организмов, здесь они шлифуются до того изумительного совершенства, которое поражало и не перестает поражать исследователей. Однако ряд фактов говорит о том, что в этих условиях, где роль принципа случайного основателя (во всех его вариантах) не может проявиться с полной силой, процессы преобразования популяций нередко происходят настолько быстро, что приписать их действию индивидуального отбора почти нелегко, для этого пришлось бы допустить такое давление отбора, которое в природе никогда не реализуется. Эти факты наталкивают на мысль, что существуют еще какие-то механизмы, аналогичные механизмам генетико-автоматических процессов, которые, действуя совместно с отбором, резко повышают его эффективность. Ключ к решению этого интересного вопроса обнаруживается при анализе результатов некоторых достижений экологии.

ЭКОЛОГИЯ В РАЗВИТИИ

За последние годы экология развивалась, пожалуй, не менее бурно, чем генетика, и ввела в науку ряд важных закономерностей и понятий. В самой общей форме экология определяется как наука, исследующая законы связи организма со средой его обитания. В решении этой основной задачи экологией был достигнут прогресс, который с полным правом может быть назван принципиальным. Он заключается в следующем.

Оказалось, что приспособление вида к своеобразию его внешней среды не сводится к морфологическим и физиологическим изменениям отдельных особей. Приспособления этого типа хорошо известны, биологи изучают их веками. Оказалось, однако, что

не меньшее значение имеют и приспособления популяции как единого целого. Принципиальное совпадение с выводом генетики очевидно. Популяция — элементарная форма существования вида, специфически приспособленная к конкретным условиям среды, является и элементарной единицей эволюционного процесса. В этом совпадении выводов генетики и экологии чувствуется нечто большее, чем аналогия, в нем отражается приспособительный характер эволюции.

Популяционный тип приспособлений животных изучается немногим более десяти лет, но достигнутые результаты поразительны. Было, например, показано, что в ответ на ухудшение условий существования, снижающее численность животных, популяция (именно популяция как целое) реагирует в высшей степени совершенно: повышается половая активность самцов, возрастает скорость полового созревания, увеличивается плодовитость, соотношение полов в пометах сдвигается в сторону самок, эмбриональная смертность сводится к минимуму, увеличивается способность животных противостоять неблагоприятным факторам среды и т. п. Есть данные, показывающие, что повышается стойкость к некоторым заболеваниям, в том числе и таким, как сердечно-сосудистые (опыты на обезьянах).

Столь же четкую реакцию вызывают у популяции и специфические изменения условий существования: повышение или понижение температуры, изменение количества и качества кормов и др. Естественно, что изучение подобных приспособительных реакций животных представляет очень большой как теоретический, так и практический интерес (популяционная экология стала основой рационализации использования биологических природных ресурсов и борьбы с вредителями).

Однако в рамках нашей темы важнее другое. Специальными исследованиями было установлено, что на одни и те же изменения внешней среды животные разных внутрипопуляционных групп (разного пола, возраста, физиологического состояния) реагируют по-разному. Более того, как показали исследования нашей лаборатории, даже животные одного и того же возраста, но разного времени рождения реагируют на одинаковые условия существования различным образом. Другими словами, животные не

только разного возраста, но и разных поколений оказываются биологически специфичными.

Так, например, грызуны, родившиеся осенью, отличаются от весенних поколений замедленным ростом, замедленным половым созреванием, большей способностью создавать в организме резервы питательных веществ, относительной гипофункцией ряда желез внутренней секреции, пониженным уровнем основного обмена, замедленным темпом старения. Естественно поэтому, что, в зависимости от сочетания в популяции различных внутривнутрипопуляционных групп, а также от характера распределения животных по территории, реакция популяции в целом на изменения условий среды обитания будет различной: реакция популяции определяется прежде всего ее экологической структурой.

Исследования этого направления имеют исключительное значение при решении ряда важнейших вопросов, в том числе одной из центральных проблем современной биологии — проблемы биологической продуктивности сообществ и биосферы в целом (что специально подчеркивается Международной Биологической программой). Правда, эти исследования еще не приводят к непосредственному идейному сближению популяционной генетики с популяционной экологией. Такое сближение происходит при анализе соотношения экологической и генетической структуры популяций.

Оказалось, что структура внутривнутрипопуляционных групп различна. Так как животные разного возраста и разных поколений и т. п. развиваются в разных условиях среды, то, в силу закономерностей, описанных выше, их генетическая разнородность не может не быть различной¹. Поэтому при изменении экологической структуры популяций неизбежно возникают и изменения ее генетической структуры. Это предположение подтвердилось во всех случаях, когда проверка оказалась технически возможной.

Как ясно из сказанного выше, изменение экологической структуры популяций происходит отнюдь не случайно. Наоборот, их с полным правом можно рассматривать как одно из важнейших приспособлений ви-

¹ Затронутые здесь вопросы подробно освещены в «Журнале общей биологии», 1965, № 5 и «Зоологическом журнале», 1965, № 10.

да к изменению среды. Отсюда следует, что изменение численности и структуры популяции неизбежно приводит к закономерным изменениям ее генетического состава. Специальный анализ показал, что характер этих изменений не случаен. Он вызывается предшествующим развитием популяции, определившим генетическую специфику и популяции в целом, и отдельных внутりпопуляционных групп, и характером изменений среды (а также временем года, когда они происходят). В ряде случаев экологические механизмы генетического преобразования популяций могут быть значительно более эффективны, чем индивидуальный отбор классического дарвинизма (естественно, что краткость изложения лишает нас возможности остановиться на этом вопросе с нужной подробностью).

Описанную форму экологических механизмов генетического преобразования популяций мы считаем важнейшей. Другая их форма заключается в межпопуляционном отборе. Сущность этого явления, которому особое внимание уделяет в последнее время Левонтин (R. C. Levontin, 1965), заключается в следующем.

Допустим, что по каким-то причинам данная популяция вымирает. Ее место занимают вселенцы из соседней популяции. Новая, генетически специфичная, популяция в новой среде не копирует старой (формообразовательный процесс в равной степени определяется как природой действующих факторов, так и природой организмов). Возникает иная совокупность особей, своеобразным образом приспособленная к условиям среды. Показано, что и этот процесс в ряде случаев может быть в высшей степени эффективным.

Вряд ли нужно доказывать, что ни один из механизмов микроэволюционного процесса не действует изолированно, ни один из них не может быть обнаружен в природе в чистом виде (в настоящее время трудно назвать ученого, отстаивающего самостоятельное значение генетико-автоматических процессов). Мы полагаем, однако, что экологические механизмы начальных стадий эволюционного процесса заслуживают того, чтобы быть поставленными в один ряд с уже давно завоевавшими признание факторами эволюции — естественным отбором и генетико-автоматическими процессами. Ведущая роль, безусловно, остается за отбором в его классическом понимании, но в

разных конкретных природных ситуациях относительное значение разных факторов может быть различно.

Если же рассматривать вопрос с точки зрения перспектив, то в настоящее время наибольший интерес представляют, по нашему мнению, именно экологические механизмы микроэволюции (в изложенном выше понимании), так как они сохраняют свое значение в любых условиях среды (а не только в условиях изоляции) и по природе своей направлены.

С другой стороны, изучение экологических механизмов преобразования популяций подсказывает пути управления этим процессом. Дело в том, что генетико-автоматическими явлениями управлять принципиально невозможно. Управлять ходом индивидуального отбора в природных популяциях невозможно технически (а во многих случаях и принципиально). Управлять же экологическими механизмами вполне возможно уже в настоящее время. Экологи обладают достаточным арсеналом средств для того, чтобы направленно изменять экологическую структуру популяций, а истребление одной популяции и заселение освободившегося пространства животными из другой популяции — дело относительно простое. Таким путем, используя экологические механизмы, мы уже в настоящее время можем управлять развитием популяции, т. е. микроэволюционным процессом. Нет нужды доказывать практические и теоретические перспективы подобных работ. Для их реализации необходимо с наибольшей тщательностью изучить соотношение между экологической и генетической структурой популяций разных видов в разных условиях среды. Задача эта вполне выполнима.

Мы подробно остановились на одном из вопросов, иллюстрирующих перспективы совместных усилий генетиков и экологов в развитии эволюционного учения, так как на этом пути мы видим реальную возможность экспериментального исследования фундаментальных законов биологии в естественных условиях. Это не значит, конечно, что разобранный вопрос — единственная точка соприкосновения генетики и экологии.

Так как эволюция является, в сущности, процессом приспособления живых организмов к среде, то экологии не может не принадлежать одно из ведущих мест в раскрытии законов филогенеза. Нельзя забывать,

что громадное большинство фактов, доказывающих сам процесс эволюции, основывается на сопоставлении морфофизиологических особенностей организмов с их экологическими особенностями. Работы в этом направлении и в настоящее время имеют непреходящее значение. Неслучайно поэтому, что требования генетиков к экологии чрезвычайно высоки. Симптоматично в этом отношении высказывание одного из наиболее авторитетных генетиков Запада — Т. Добжанского. Степень изученности экологии дрозофилы он называет рудиментарной (Th. Dobzhansky, 1958), несмотря на то, что не только генетику, но и экологию этого классического объекта экспериментальной биологии изучали сотни талантливых исследователей.

Значение общих работ по экологии для развития эволюционного учения настолько очевидно, что подробнее останавливаться на них нет необходимости. Есть, однако, несколько специальных вопросов теоретической экологии, решение которых для развития теории эволюции имело бы особое значение.

Ряд теоретических работ И. И. Шмальгаузена (1964 и др.), а также новейшие экспериментальные исследования Ч. Уоддингтона (C. H. Waddington, 1956, 1960 и др.) показывают, что эффективность отбора значительно повышается, если его направление совпадает с направлением индивидуальных фенотипических реакций организмов на аналогичные изменения среды. Теория вопроса (в особенности с его генетической стороны) разработана достаточно полно, но как эта важнейшая биологическая закономерность проявляется в реальной природной обстановке — остается практически совершенно неизученным (в особенности, если учесть необходимость не только качественного, но и количественного ее описания). Прогресс в этом направлении задерживается отсутствием надежных методов, позволяющих определить направление отбора в текущий момент истории популяции (первая попытка, сделанная в этом направлении в нашей лаборатории, дала обнадеживающие результаты).

Нетрудно себе представить, что разработка надежных методов решения этой, по существу, экологической задачи, открыла бы возможность экспериментального исследования в естественных условиях такой важной проблемы, как зависимость темпов

эволюционных преобразований от сочетания внешних факторов и генетической структуры популяций. Оказалось бы возможным в естественных условиях исследовать роль прямых (фенотипических) механизмов приспособлений животных к среде в процессе генетических преобразований популяций. То, что эта роль неизмеримо сложнее, чем представляли себе Ламарк и ламаркисты, сейчас очевидно, но нам кажется не менее очевидным, что до сих пор она не оценена по достоинству.

СКОРОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Еще труднее, но и еще интереснее, пожалуй, другой вопрос. В последнее время накопилось значительное число данных, показывающих, что приспособительное изменение организма совершается в процессе преобразования популяций с различной скоростью. Создается впечатление, подкрепляемое разнообразными фактами, что наиболее простой и легкий для организмов путь адаптации — это путь морфофункциональных изменений (интенсификация функций отдельных органов и их систем). Приспособления на тканевом уровне реализуются в процессе эволюции значительно медленнее (и происходят лишь при определенных условиях). Но изменения на тканевом уровне (биохимические в широком понимании этого слова) оказываются значительно более совершенным типом приспособлений и, как правило, знаменуют собой процесс видообразования (биохимические изменения ведут к наследственной несовместимости).

Остаются, однако, совершенно неизученными генетические причины различий в скорости изменений организма на разных уровнях интеграции. Остается неясным, при каких условиях популяции животных вынуждены пойти по второму, наиболее целесообразному пути развития, при каких условиях процесс видообразования становится неизбежной формой приспособления исходной популяции животных.

Несомненно, что пути решения этого вопроса заключаются в исследовании интимных механизмов взаимосвязи организма со средой. Классический подход экологов к решению подобных задач окажется, вероятно, недостаточным: оценку приспособлений нужно будет проводить не только с точки зрения их функционального совершенства, но и с энергетических позиций (какой це-

ной оплачиваются приспособительные реакции). Вопрос крайне сложен, но его решение сулит в перспективе возможность создания теории управления не только внутривидовой изменчивостью, но и процессом видообразования.

К этой же постановке вопроса приводят и другие данные. С каждым годом накапливаются наблюдения, показывающие, что различные формы животных отличаются не только своими морфофизиологическими особенностями, но и характером реакций на изменение условий среды (взаимосвязь этих явлений очевидна). В процессе видообразования эти различия становятся качественными: даже близкие виды животных на сходные изменения внешней среды реагируют качественно различным образом. Однако для того чтобы обнаружить эти различия, необходим значительный прогресс техники экологических исследований. Сложность вопроса совершенно ясна (она связана с внедрением биохимических, биофизических и математических методов исследования в практику полевых исследований эколога), но и перспективы открываются крайне заманчивые.

Дело в том, что когда специфичность реакций животных принципиальна, то перед ними открываются новые пути освоения среды жизни и соответственно новые перспективы филогенеза. В конечном итоге это приводит к сдвигам макроэволюционного порядка. Намечаются, таким образом, пути точного анализа сложнейшего биологического явления. Появляется возможность установить, при каких условиях микроэволюционные, внутривидовые преобразования готовят почву для преобразований филогенетического масштаба. Для пояснения мы позволим себе воспользоваться одним примером.

У амфибий понижение температуры среды ведет к задержке метаморфоза. Это класси-

ческий пример связи скорости комплексных физиологических реакций с изменением среды, вошедший во все учебники экологии и физиологии. Развитие субарктических популяций лягушек при крайне низкой температуре среды происходит с максимальной скоростью¹. Интересно, что аналогичные результаты дало изучение высокогорных амфибий, проведенное в недавнее время американскими авторами. Легко себе представить, что совершенствование подобной инверсионной реакции амфибий на изменение среды открывает перед нами путь к освоению тундровых пространств Крайнего Севера. Совершенно несомненно, что в новой среде процесс формирования пойдет своеобразно и это не может не привести к возникновению новых родов, семейств... Таким образом, мы приходим к выводу, что совершенствование методов исследования реакций природных популяций животных в их естественной среде обитания позволит оценить внутривидовые преобразования с точки зрения перспектив филогенеза, а это уже позволяет надеяться, что и такая грандиозная проблема, как теория управления эволюцией, уже в ближайшее время может быть поставлена на вполне реальную научную основу.



Естественно, что мы не имели возможности даже упомянуть здесь о всех аспектах союза экологии с популяционной генетикой. Нам казалось наиболее важным показать, что этот союз может быть весьма плодотворным и содействовать прогрессу в разработке центральной проблемы биологии — проблемы эволюции.

УДК 575

¹ Эти исследования описаны нами в статье «Земноводные за Полярным Кругом» («Природа», 1960, № 10).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 8 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

Ю. Н. ЕФРЕМОВ. «Верстовые столбы» Вселенной

С. В. ОБРУЧЕВ. Загадка Арктики

НОВОЕ в ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК УСИЛИВАЕТ ВОЛНЫ

Профессор С. Г. Калашников,

Ю. В. Гуляев

Кандидат физико-математических наук

*Институт радиотехники и электроники АН СССР
(Москва)*

Одним из важнейших направлений исследования в радиотехнике и электронике было и остается создание новых типов генераторов и усилителей, обладающих высокой эффективностью и в то же время малыми габаритами и весом, малым расходом энергии и достаточной надежностью. Таким требованиям, как известно, удовлетворяют полупроводниковые приборы. Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы) успешно конкурируют со своими вакуумными аналогами, а во многих случаях даже вытеснили их совсем. Некоторые типы усилителей на полупроводниковых диодах, имея весьма высокий верхний частотный предел (десятки и даже сотни миллиардов герц), обладают чрезвычайно низким уровнем собственных шумов и вообще не имеют себе аналога среди вакуумных приборов. То же самое можно сказать о недавно изобретенном «туннельном диоде», работа которого основана на использовании некоторых чисто квантовомеханических особенностей движения электронов в твердых телах. «Наступление» полупроводников успешно продолжается. При этом, ввиду чрезвычайно сложной структуры твердого тела, разнообразие принципов, на которых могут быть созданы полупроводниковые приборы — поистине неисчерпаемо. Можно с уверенностью сказать, — и в этом одна из замечательных черт физики полупроводников, — что работы по изобретению новых принципов «твердотельных» приборов хватит еще на многие поколения физиков. В настоящей статье мы ограничимся рассмотрением лишь одной возможности, которая уже привела к созданию одного из самых замечательных вакуумных приборов сверхвысоких частот (СВЧ) — лампы бегущей волны (ЛБВ), и которая в недалеком будущем, видимо, позволит создать ряд чрезвычайно интересных полупроводниковых приборов. Эта возможность состоит в том, что любые волны в твердом теле, взаимодействующие с электронами, начинают нарастать, как только скорость движения электронов в направлении волны становится больше скорости этой волны.

МЕХАНИЗМ УСПЛЕНИЯ ВОЛНЫ

Представим себе, что у нас в одном и том же направлении (неважно — в вакууме или в твердом теле) движутся поток электронов и продольная волна электрического поля.

(Поле может быть и электромагнитным; в данном случае для нас существенна именно продольная (в направлении движения потока) составляющая электрического поля волны, так как только она замедляет или ускоряет электроны в потоке.)

Если считать направление электрического поля, которое ускоряет электроны в сторону движения потока, положительным, то в каждый момент времени распределение электрического поля в волне будет таким, как на рис. 1. Из рисунка видно, что электроны, попавшие в область BC , будут замедляться полем волны, а электроны, попавшие в область AB , — ускоряться. Если скорости потока электронов и волны сильно отличаются друг от друга, то сила, действующая на электроны в поле волны, будет быстро меняться — электрон будет попадать то в области типа BC , то в области типа AB , т. е. то замедляться, то ускоряться. Поэтому в среднем волна не будет ни замедлять, ни ускорять потока.

Совсем другое дело, когда скорости потока и волны близки друг к другу. Тогда электрон, попавший, например, в область BC , будет долгое время находиться под действием замедляющего поля и может сильно замедлиться, отдав свою «избыточную» энергию волне. Точно так же, электрон, попав в область AB , может сильно ускориться, забрав часть энергии от волны. Короче говоря, взаимодействие между волной и потоком в этом случае будет особенно эффективным.

Как легко понять, глядя на рисунок, около точек типа B и D будут образовываться «сгустки» электронов, а около точек типа A и C — наоборот, «разрежения». Ввиду того, что начальные относительные скорости волны и электронов в областях AB и BC были равны нулю, электроны в областях AB (BC) будут ускоряться (замедляться) в течение одного и того же времени. Так как, кроме того, количества электронов, попавшие в области типа AB и BC , равны (мы считаем поток первоначально однородным), то сколько энергии от волны получают, ускоряясь, электроны в области AB , ровно столько же отдадут электроны волне, замедляясь в области BC . Таким образом, в среднем передачи энергии ни от волны к потоку, ни от потока к волне опять не будет, несмотря на эффективное взаимодействие потока с волной.

Представим себе теперь, что скорость потока электронов немного больше скорости волны. Тогда все остается так же, как и в предыдущем случае равенства скоростей, только электроны в области AB будут ускоряться меньше времени (ведь они и так уже двигались быстрее волны), а электроны в

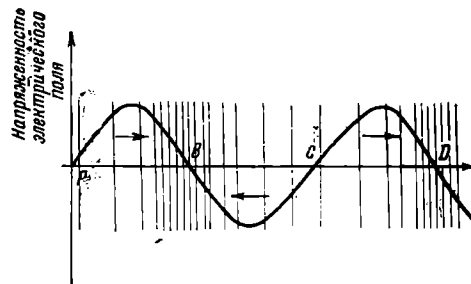


Рис. 1. Распределение электрического поля в бегущей волне. Маленькими стрелками показано направление электрического поля в разных частях волны

области BC будут замедляться в течение большего времени, чем раньше. Это приведет к тому, что энергия, затраченная волной на ускорение электронов в областях типа AB , будет в среднем меньше, чем энергия, полученная волной от потока за счет замедления электронов в областях типа BC . Таким образом будет иметь место некоторая средняя передача энергии от потока к волне и волна будет усиливаться. В этом и состоит принцип усиления волн, о котором будет идти речь в настоящей статье.

Так как для усиления волны по этому принципу существенно необходимо наличие электронного потока (т. е. тока), скорость которого превышает фазовую скорость волны, мы для краткости будем называть изложенный принцип усиления принципом УВТ (усиления волн током). Этот принцип весьма общ и применим к усилению различных типов волн в разных средах. Одним из наиболее интересных примеров его воплощения служит уже упоминавшаяся лампа бегущей волны.

Принцип УВТ можно сформулировать и в более общем виде. Действительно, нам важно ведь не само по себе продольное электрическое поле волны, а лишь продольная сила, действующая на электроны в этом поле, т. е., по существу, изменение потенциальной энергии электрона вдоль волны. Иначе говоря, нам важно, чтобы потенциальная энергия электрона периодически менялась при перемещении его относительно волны. Это приведет и к группировке электронов в сгустки объемного заряда, и к передаче энергии от электронного потока к волне, если скорость потока превысит ее фазовую

скорость. Следовательно, необходимо лишь, чтобы рассматриваемая волна сопровождалась «волной потенциальной энергии» электрона; конкретный же механизм взаимодействия между электронами и волной не играет существенной роли. Таким образом, для усиления и генерации волн по принципу УВТ необходимо лишь существование волны, которая сопровождалась бы продольной волной потенциальной энергии электронов, и наличие потока электронов вдоль направления ее распространения, причем средняя скорость потока должна превышать фазовую скорость волны. Последнее условие весьма похоже на известное условие излучения Вавилова-Черенкова: движущаяся в веществе заряженная частица начинает излучать электромагнитные волны, если ее скорость превысит фазовую скорость света в среде. В случае УВТ имеется существенное отличие — излучателем здесь является не одна частица, а сгустки объемного заряда в электронном потоке, которые сами образовались в результате взаимодействия между излучаемой волной и потоком.

ВОЗМОЖЕН ЛИ КЛАССИЧЕСКИЙ ВАРИАНТ ЛБВ НА ТВЕРДОМ ТЕЛЕ?

Описанный выше принцип усиления волн успешно осуществлен в радиотехнике в уже упоминавшейся лампе бегущей волны.

Классический вариант лампы бегущей волны (рис. 2) представляет собой некоторую замедляющую систему (обычно — спираль), в которой поперечная электромагнитная волна замедляется до скорости,

значительно меньшей (обычно в $30 \div 100$ раз) скорости света. При этом в волне появляется продольная составляющая электрического поля. Вдоль этой замедляющей системы движется пучок электронов и когда его скорость, которая может быть сделана лишь немного меньшей скорости света, несколько превысит фазовую скорость рассматриваемой замедленной электромагнитной волны, эта волна начинает усиливаться. При сравнительно небольшом коэффициенте усиления ($1,5 \div 2$ децибела¹ на погонный сантиметр длины спирали) лампа бегущей волны обладает одним замечательным свойством, выделяющим ее из других приборов СВЧ. Именно, ввиду того, что фазовая скорость замедленной волны в спирали почти не зависит от частоты волны, ЛБВ обладает чрезвычайно широкой полосой усиливаемых частот. Однако ЛБВ обладает и рядом существенных недостатков, как общих для всех вакуумных приборов (необходимость «электронной пушки», хорошего вакуума и т. д.), так и специфичных (хорошая фокусировка пучка на большом расстоянии, большая длина спирали — порядка нескольких десятков сантиметров, исключительно высокая точность в изготовлении спирали, плохое «сцепление» пучка и электромагнитной волны на высоких частотах и т. д.). Поэтому создание на принципе УВТ другого прибора, свободного от указанных недостатков — очень важная задача, и им в сущности могло бы быть устройство, основанное на использовании твердого тела.

Казалось бы, чего проще — вместо того, чтобы пропускать электронный пучок внутри спирали в вакууме, надо намотать изо-

лированную спираль на металлический или полупроводниковый стержень и пропускать по нему ток, который и заменит вакуумный пучок электронов. Такая идея, однако, к сожалению, не проходит. Дело в том — и это

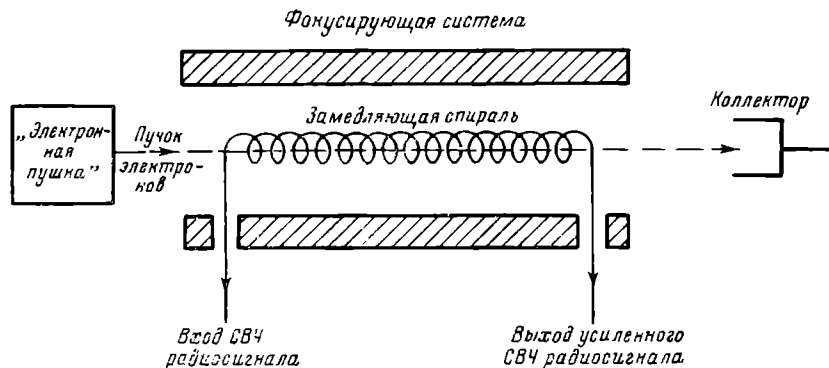


Рис. 2. Принципиальная схема лампы бегущей волны

¹ Децибел — единица измерения отношений мощностей, определяемая так: если две сравниваемые мощности суть P_1 и P_2 , то P_1 больше P_2 на $10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ децибел.

принципиально, — что условия движения электронов в вакууме и в твердом теле совершенно различны. В электронном пучке в вакууме электроны летят практически без столкновений с чем-либо, и их направленная скорость полета гораздо больше хаотической скорости, связанной с тепловым движением¹. В твердом же теле все обстоит как раз наоборот. Электроны чрезвычайно часто сталкиваются с атомами кристаллической решетки, отклоненными от своих положений равновесия (как говорят, рассеиваются на колебаниях решетки), с атомами примесей и другими дефектами решетки, так что хаотическая тепловая скорость электронов всегда намного превосходит скорость их направленного движения, или, как говорят, дрейфа. Кроме того, из-за сравнительно высокой концентрации электронов в металлах там не удастся создать достаточного большого электрического поля, необходимого для получения высокой скорости дрейфа — возникают слишком большие электрические токи, приводящие к разрушению кристалла.

Непосредственные измерения предельной (когда кристалл еще не разрушается) скорости дрейфа электронов в твердых телах показывают, что в металлах она не превышает нескольких сантиметров в секунду, а в ряде полупроводников, таких, например, как германий или сурьмянистый индий, может достигать величины 10^7 см/сек. Хаотическая тепловая скорость электронов, составляющая при комнатной температуре 10^7 см/сек, при наложении электрического поля также возрастает (происходит «нагрев» электронного газа) и, как уже замечалось, всегда оказывается на один — два порядка больше направленной скорости дрейфа. Таким образом, электроны в твердом теле в основном движутся беспорядочно и лишь с относительно малой скоростью дрейфуют против приложенного электрического поля. Скорость света составляет $3 \cdot 10^{10}$ см/сек, поэтому, если даже взять максимальную возможную скорость дрейфа, 10^7 см/сек, то для выполнения условия усиления в ЛБВ необходимо замедлить электромагнитную волну в 3000 раз! По ряду «технических» причин, в суть которых мы не будем

вдаваться, такое огромное замедление получить не удастся, а если бы и удалось, то, как можно показать, такая замедленная волна не будет «сцепляться» с дрейфовым потоком электронов. Итак, «классический» вариант лампы бегущей волны на твердом теле сразу же отпадает, как неосуществимый.

УСИЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВОЛН В КРИСТАЛЛЕ

Решение проблемы заключается, однако, в том, что нам вовсе не необходима именно электромагнитная волна, которая имеет такую большую фазовую скорость. Усиливать может любая волна, которая сопровождается продольной волной потенциальной энергии электронов, — лишь бы передача энергии от электронного потока к волне превышала потери, связанные с затуханием волны. В частности, это может быть и звуковая волна в кристалле.

Действительно хорошо известно, что вследствие деформации кристаллической решетки звуковая волна в любом кристалле сопровождается появлением локальных изменений потенциальной энергии электронов в кристалле, «бегущих» вместе с волной. Если эти изменения носят продольный характер, то мы получаем как раз то, что надо — продольную волну потенциальной энергии электронов (сопровождающую в данном случае звуковую волну). Взаимодействие электронов со звуком (с колебаниями кристаллической решетки), связанное с такими локальными изменениями потенциальной энергии электронов при деформации кристалла, называется взаимодействием «через потенциал деформации». В ряде кристаллов (они называются пьезоэлектрическими) деформация кристалла сама по себе вызывает появление электрического поля. При этом оказывается, что изменения потенциальной энергии электронов, связанные с возникновением этого электрического поля, значительно больше, чем соответствующие изменения, связанные с взаимодействием через потенциал деформации. Естественно ожидать поэтому, что в таких кристаллах взаимодействие звуковых волн с электронными потоками будет гораздо сильнее (об этом еще будет идти речь).

В твердых телах возможны и другие типы «медленных» (по сравнению со скоростью света) волн, которые могут, следовательно, быть усиливаемы по принципу УВТ. Сюда

¹ Тепловая скорость при температуре накаливаемого катода составляет несколько единиц на 10^7 см/сек, в то время как уже при разгоне напряжением в 1000 в направленная скорость значительно превысит 10^8 см/сек.

относятся так называемые «плазменные» волны в электронной плазме, в полупроводниках и металлах — продольные колебания плотности электронного газа в кристалле, спиральные волны плотности электронного газа в кристалле, помещенном в магнитное поле, так называемые «теликоны» — поляризованные по кругу медленные электромагнитные волны, — а также некоторые другие типы волн.

Рассмотрим теперь усиление по принципу УВТ некоторых наиболее важных типов волн в кристаллах.

УСИЛЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН ПОТОКОМ ЭЛЕКТРОНОВ

Как ясно из предыдущего, по принципу УВТ усиливается по существу волна электрического поля (или потенциальная энергия электронов), сопровождающая звуковую волну. Звуковая же волна нарастает лишь постольку, поскольку она однозначно связана с вызываемой ею волной потенциальной энергии. При этом потери, связанные с затуханием звуковой волны вследствие различных причин (недостаточная упругость кри-

сталла, рассеяние звука на неоднородностях и т. д.), должны быть меньше энергии, передаваемой звуковой волне током электронов.

Идеи о возможности усиления звуковых волн дрейфовым потоком электронов неоднократно высказывались рядом ученых уже давно. Однако лишь в 1961 г. американским ученым Хатсону, Мак Фи и Уайту впервые удалось осуществить на опыте усиление ультразвуковых волн в пьезоэлектрическом кристалле сульфида кадмия (CdS). Принципиальная схема их установки показана на рис. 3.

Если дрейфовая скорость электронов была меньше скорости звуковой волны, то последняя испытывала в кристалле при его освещении сильное затухание. Если же скорость дрейфа электронов превышала скорость звука в CdS , то ультразвуковая волна начинала усиливаться. При этом усиление (на единицу длины кристалла) достигало громадной величины и возрастало с ростом частоты сигнала. Так, на частоте 15 $M\text{Гц}$ усиление составило 26 дБ на сантиметр, а на частоте 45 $M\text{Гц}$ — 54 дБ на погонный сантиметр длины кристалла (т. е. на одном сантиметре длины кристалла мощность ультразвуковой волны возрастала почти в миллион раз!). А ведь в лучших лампах

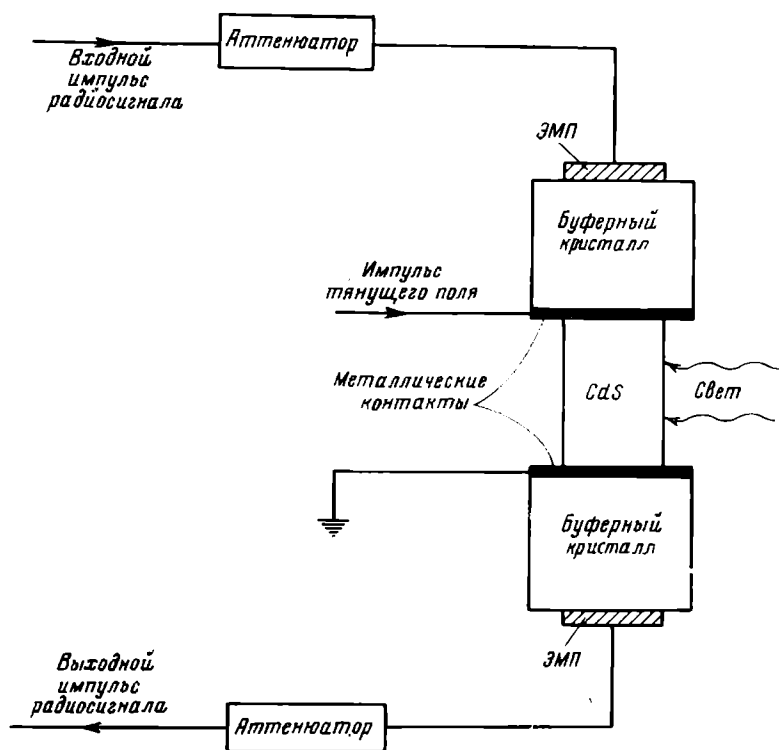


Рис. 3. Принципиальная схема опыта по усилению ультразвука электрическим током. Входной радиосигнал через аттенюатор подается на электромеханический преобразователь (ЭМП), в котором преобразуется в ультразвук. Этот ультразвук через буферный кристалл (который служит как для создания некоторой задержки сигнала по сравнению с входным, так и для электрической изоляции кристалла CdS от электромеханического преобразователя), подводится к пьезоэлектрическому полупроводящему и фоточувствительному кристаллу CdS . На верхнюю и нижнюю поверхности кристалла CdS нанесены металлические контакты, к которым подводится постоянное электрическое напряжение, создающее дрейфовый поток электронов в направлении распространения звуковой волны. Для создания в кристалле необходимой концентрации электронов, он освещается специальным источником света. После прохождения кристалла CdS ультразвук опять через буферный кристалл подается на второй электромеханический преобразователь, где снова преобразовывается в радиосигнал и затем, через аттенюатор, поступает в приемное устройство

бегущей волны, как уже говорилось, усиление радиоволн составляет всего несколько децибел на погонный сантиметр длины спирали.

Исследование показало, что усиление ультразвука на данной частоте зависит от концентрации электронов в кристалле так, что для каждой частоты имеется определенная концентрация электронов, когда усиление максимально. При отклонениях концентрации от этого оптимального значения усиление падает. Наоборот, при заданной концентрации электронов частотная характеристика усиления имеет максимум. Типичная зависимость коэффициента усиления ультразвука от приложенного постоянного электрического поля (т. е. от величины дрейфовой скорости электронов) показана на рис. 4 (отрицательные значения коэффициента усиления соответствуют поглощению ультразвука). Точка перехода коэффициента усиления через ноль (переход от затухания к усилению волны) примерно соответствует тому значению постоянного электрического поля, когда скорость дрейфа электронов сравнивается со скоростью звука в CdS (в данном случае — со скоростью поперечных звуковых волн $2 \cdot 10^5$ см/сек).

Здесь уместно провести следующую аналогию. Люди, связанные со сверхзвуковой авиацией, или просто присутствовавшие на авиационных парадах в Тушино, хорошо знают, какой мощный грохот раздается, когда реактивный истребитель преодолевает «звуковой барьер», — когда скорость истребителя уравнивается со скоростью звука. При усилении звука током происходит по существу то же явление, только роль «самолетов» здесь играют электроны. Вот такой «коллективный» грохот многих и многих электронов, преодолевающих «звуковой барьер» в кристалле, и дает наблюдаемое на опыте усиление звука током.

Простая теория явления усиления ультразвука в пьезоэлектрических кристаллах качественно правильно объясняет наблюдаемые на опыте зависимости. Однако количественно величина оптимального усиления на опыте обычно оказывается значительно меньше теоретического предела.

В последние годы явление усиления ультразвука дрейфовым потоком электронов в CdS подверглось тщательному теоретическому и экспериментальному исследованию. В частности, американским ученым Смитом было показано, что при достаточно больших

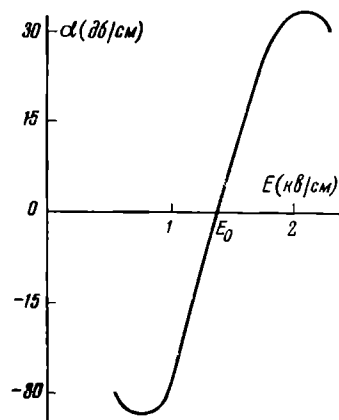


Рис. 4. Типичная кривая зависимости коэффициента усиления α ультразвуковых волн в сульфиде кадмия от напряженности электрического поля (т. е. от величины скорости дрейфа электронов); частота 25 мГц. Точка E_0 , где коэффициент α меняет знак (т. е., где затухание волны сменяется усилением), примерно соответствует скорости дрейфа электронов, равной скорости звука

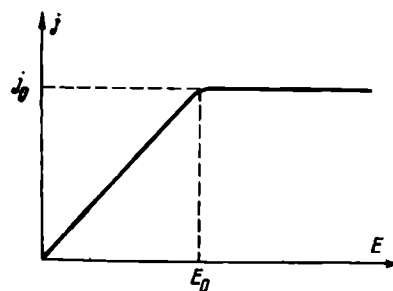


Рис. 5. «Насыщение» вольт-амперной характеристики в условиях звуковой неустойчивости. Поле E_0 соответствует дрейфовой скорости электронов, равной скорости звука s . Ток j_0 равен току, который протекал бы в кристалле, если бы все электроны дрейфовали со скоростью звука

концентрациях электронов в условиях усиления ультразвука (когда дрейфовая скорость превышает скорость звука), имеет место «насыщение» вольт-амперной характеристики кристалла — дрейфовая скорость электронов перестает увеличиваться при увеличении внешнего приложенного электрического поля (рис. 5). Это явление, не нашедшее еще до сих пор должной теоретической интерпретации, можно, видимо, объяснить тем, что при сильном возрастании амплитуды усиливаемого звука электронам

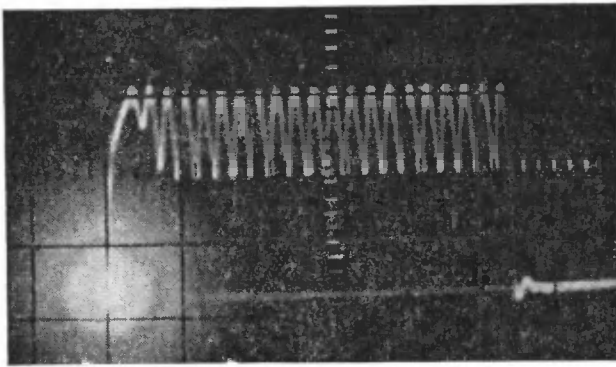


Рис. 6. Незатухающие колебания тока при звуковой неустойчивости (осциллограмма). Кристалл CdS ; одно деление по горизонтали составляет 8 мксек, по вертикали — 12 ма, критическая напряженность поля в образце ~ 1000 вольт на сантиметр

становится все труднее «обгонять» звук, так как рельеф потенциальной энергии становится для них слишком уж «гористым». Это и приводит к резкому возрастанию сопротивления кристалла и к «насыщению» вольт-амперной характеристики. В лаборатории полупроводников Института радиотехники и электроники АН СССР также было замечено это явление «насыщения» и кроме того было обнаружено новое явление возникновения спонтанных колебаний тока в условиях насыщения (рис. 6). Причина возникновения этих колебаний до сих пор не ясна. (Эти колебания наблюдались также японскими учеными.) В этой же лаборатории было исследовано влияние на усиление ультразвука примесных центров (ловушек), которые неизбежно присутствуют в кристаллах сульфида кадмия. Было показано, что вредное влияние «ловушек» можно ослабить подбором специального спектрального состава подсветки, и тогда оказывается возможным получить усиление ультразвука, близкое к теоретическому пределу для «чистого» кристалла (чего не удавалось получить в описанных выше первых опытах). Отметим, что получаемые усиления могут достигать огромных значений. Так, например, удалось получить на частоте 75 Мгц усиление ультразвука, и равное 102 дб на сантиметр (т. е. на одном сантиметре кристалла мощность ультразвука возрастала в 16 миллиардов раз!). На более высоких частотах усиление может быть еще больше.

Необходимо упомянуть еще об одном чрезвычайно интересном явлении, подробное описание которого выходит за рамки настоящей статьи. Речь идет о так называемом акустоэлектрическом эффекте, состоящем в появлении постоянного электрического тока при прохождении через полупроводниковый кристалл звуковой волны. В каком-то смысле акустоэлектрический эффект представляет собой явление, обратное рассмотренному нами усилению звука током: там постоянный электрический ток усиливает звуковую волну, а здесь звуковая волна, «увлекая» электроны, вызывает постоянный электрический ток. Получается нечто вроде звукового ускорителя электронов. При этом сама звуковая волна, конечно, затухает. Если концы полупроводника разомкнуты, т. е. ток через кристалл протекать не может, то при прохождении через

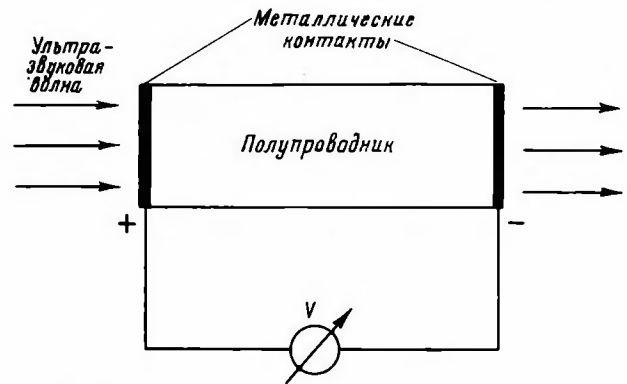


Рис. 7. Простейшая схема опыта по наблюдению акустоэлектрического эффекта. Электроны увлекаются звуковой волной к правому (на рисунке) концу кристалла (примерно так же, как различные предметы прибывают к берегу морской волной). Возникающая разность потенциалов измеряется вольтметром V

такой кристалл звуковой волны на его концах возникает разность потенциалов, называемая акустоэлектрической ЭДС. Звуковая волна, подобно морской, как бы «прибывает» электроны к одному из концов (так сказать «берегов») кристалла. Принципиальная схема опыта по наблюдению акустоэлектрического эффекта приведена на рис. 7. Акустоэлектрический эффект находит широкое применение при исследовании взаимодействия электронов со звуковыми волнами в кристаллах. Однако мы не можем здесь подробно на этом останавливаться.

УСИЛИТЕЛЬ С ДВОЙНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ (УДП)

Описанное в предыдущем параграфе явление усиления ультразвука дрейфовым потоком электронов интересно само по себе, ибо в последние годы сам ультразвук находит все более и более широкое применение как в народном хозяйстве, так и при физических исследованиях. Не говоря уже о таких «традиционных» применениях ультразвука, как интроскопия (видение сквозь оптически непрозрачные вещества), ультразвуковая локация, обработка материалов, диагностика и терапия болезней и т. д., в последнее время открылись новые, исключительно важные области применения ультразвука и, в первую очередь, определение характеристических параметров полупроводников, диэлектриков и металлов. Таким образом, возможность создания усилителя ультразвука как такового сама по себе представляет огромный интерес. Если всмотреться, однако, более внимательно в схему описанной выше экспериментальной установки (см. рис. 3), то можно увидеть, что по существу здесь мы имеем усилитель радиосигнала с двойным преобразованием в ультразвук и обратно. Этот усилитель с двойным преобразованием, который мы будем называть УДП, и представляет собой в какой-то степени аналог лампы бегущей волны на твердом теле. Принципиальная схема УДП изображена на рис. 8.

Какими же преимуществами обладает УДП по сравнению с другими усилителями? Ну, прежде всего, это — полупроводниковый прибор, обладающий, соответственно, малыми габаритами и весом! Во-вторых, УДП, как и лампа бегущей волны — широкополосный усилитель. Легко, например, получить полосу усиления, составляющую 30% от несущей частоты и более. В-третьих, УДП в принципе может работать на очень высоких частотах — теоретический верхний частотный предел составляет тысячи гигагерц, что соответствует волнам субмиллиметрового диапазона. В-четвертых, УДП весьма прост по конструкции, не требует вакуума, и поэтому потенциально должен быть надежен в работе. Можно перечислить и еще ряд интересных свойств УДП, но и сказанного достаточно для того, чтобы радиопромышленность всего мира в значительной степени переключилась бы на производство УДП, если бы не... ряд существенных

трудностей, препятствующих пока какому-либо использованию УДП на практике. В чем же состоят эти трудности?

Прежде всего, это слишком большое количество выделяющегося в усилительном элементе джоулева тепла. Так, в описанном выше эксперименте (если бы опыт проводился в непрерывном режиме) выделение джоулевой мощности составило бы, например на частоте 45 Мгц, сотни ватт в кубическом сантиметре, и кристалл бы просто разрушился. Чтобы предотвратить разрушение кристалла из-за нагрева, все опыты по усилению ультразвука дрейфовым потоком проводят в импульсном режиме. Дрейфовое электрическое поле, а также и входной радиосигнал подаются синхронными импульсами весьма короткой длительности. Обычно длительность импульсов составляет несколько микросекунд (миллионных долей секунды) при частоте повторения импульсов около 100 раз в секунду. Это при сравнительно низкой частоте входного радиосигнала — меньше 100 Мгц.

Что будет, если мы захотим продвинуться в область более высоких частот — скажем, в область частот порядка десятков гигагерц? Оказывается, что рассеиваемая в кристалле джоулева мощность составит уже десятки и даже сотни киловатт в кубичес-

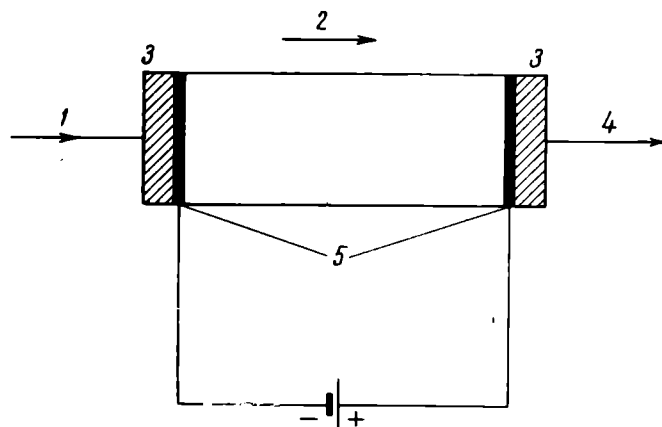


Рис. 8. Схема радиусилителя с двойным преобразованием. Входной радиосигнал (1) преобразуется сначала в ультразвук в первом электромеханическом преобразователе (ЭМП) (3). Затем этот ультразвуковой сигнал усиливается дрейфовым потоком электронов и снова преобразуется в радиосигнал (4) с помощью второго электромеханического преобразователя (3). Полное усиление радиосигнала в УДП равно, как легко сообразить, усилению ультразвука в усилительном элементе, минус потери на двойное преобразование в ЭМП. (2) — направление дрейфа электронов; (5) — металлические контакты

ком сантиметре, чего, конечно, не выдержит никакой кристалл, если не сделать и без того короткие импульсы дрейфового поля еще на несколько порядков более короткими. В области сверхвысоких частот более эффективным может оказаться усиление ультразвука в пьезоэлектрических полупроводниках, таких, как германий или мышьяковистый галлий, с использованием взаимодействия электронов со звуковой волной через потенциал деформации. Это, однако, не снимает трудности, связанной с большим выделением джоулева тепла. Таким образом, это обстоятельство является серьезным препятствием для создания УДП, работающих в области сверхвысоких частот. Кроме того, для ряда приложений необходима работа УДП в непрерывном режиме. Как видно из приведенных значений величины выделяющейся джоулевой мощности, работа описанного нами УДП на сульфиде кадмия в непрерывном режиме становится невозможной уже на частотах, превышающих несколько мегагерц.

Вторым препятствием к немедленному использованию УДП является несовершенство имеющихся пока электромеханических преобразователей (ЭМП). Используемые сейчас пьезоэлектрические электромеханические преобразователи обладают большими потерями — при каждом преобразовании теряется несколько десятков децибел мощности сигнала. Кроме того, рабочая частота этих преобразователей обычно не превышает

сотни мегагерц, а полоса преобразуемых частот весьма узка. Наконец, ЭМП этого типа плохо согласуются с усилительным элементом (кристаллом CdS), вследствие чего большая доля ультразвукового сигнала отражается от преобразователя обратно. С этим связан и третий существенный недостаток УДП — относительно высокий уровень шума. Дело в том, что вместе с полезным сигналом усиливаются и тепловые колебания решетки кристалла. Если бы согласование ЭМП с усилительным элементом было бы полным, т. е. отражения ультразвука от ЭМП не было бы, то значения отношения сигнала к шуму на входе и на выходе устройства в принципе могли бы мало отличаться друг от друга. Однако вследствие отражения от обоих ЭМП тепловые колебания решетки (т. е. шумовой ультразвук) несколько раз проходят до кристаллу, каждый раз усиливаясь при прохождении в направлении дрейфового потока. Сигнал же наш мы снимаем после однократного прохождения через кристалл, т. е. после однократного усиления. Поэтому результирующее отношение сигнал/шум резко уменьшается.

Можно, однако, думать, что указанные трудности не носят принципиального характера и могут быть преодолены. Далее мы рассмотрим некоторые наметившиеся пути их устранения.

УДК 537.311.33

621.375.4

Окончание в следующем номере



ХИМИЯ ТИХОГО ОКЕАНА

Изд-во «Наука», 1966, 360 стр.,
ц. 2 р. 16 к.

«Тихий океан». Так названо многотомное издание, посвященное величайшему водному резервуару земного шара, подготовленное коллективом Института океанологии АН СССР. В томе «Химия Тихого океана» обобщены современные знания как о водной толще, так и о жидкой среде данных отложений. В нем использованы результаты исследований советских и иностранных экспеди-

ций, причем особенно широко отражены результаты, полученные на научно-исследовательских судах «Витязь» и «Обь» Института океанологии АН СССР, представляющие огромный научный интерес.

Первая часть книги включает описание основных химических процессов, протекающих в водной части океана. В ней приведены характеристики основного солевого состава вод, рассказывается о закономерностях распределения в них химических элементов, микроэлементов, растворенного органического вещества. Специальная глава отведена вопросам радиоактивной загрязненности вод Тихого океана. Эти вопросы пред-

ставляют актуальный интерес, поскольку известно, что большинство атомных полигонов США находились в период испытаний ядерного оружия именно на акватории Тихого океана.

Во второй части тома рассматривается химия грунтовых растворов Тихого океана. Она почти целиком построена на данных советских экспедиций.

Настоящий том, как и все обширное издание, представляющее собой всестороннее описание основных проблем Тихого океана, рассчитан на широкий круг исследователей и практических работников, занимающихся изучением химии, гидрологии, биологии и геологии моря.

УЛЬТРАЗВУК и КЛЕТКА

И. Е. Эллинер

Доктор биологических наук

Термин «ультразвук» широко известен — в настоящее время уже нет необходимости в его объяснении. Спектр ультразвуковых волн весьма широк. В жидкой среде могут быть получены ультразвуки с длиной волны от нескольких сантиметров до десятых и сотых долей миллиметра, а по интенсивности — от $0,001 \text{ вт/см}^2$ до десятков тысяч вт/см^2 , т. е. в десятки тысяч раз больше интенсивности звуков, издаваемых самыми мощными современными громкоговорителями.

Для ультразвуковых волн большой интенсивности характерно разрушительное, «разрывное» действие на биологические объекты — бактериальные, растительные и животные клетки. Разрыв той или иной клетки в поле ультразвуковых волн происходит почти мгновенно, менее чем за одну тысячную секунды. Еще в 1932 г. удалось подвести ультразвуковые волны к капле жидкости, содержащей яйца морского ежа, и наблюдать их поведение под микроскопом. На фотопленке были зафиксированы те морфологические изменения, которые наступали в результате такого воздействия. Для этой цели был сконструирован киноаппарат, дававший 1200 кадров в секунду.

Выяснилось, что для разрыва клетки требуется меньше $1/1200$ секунды: целое неповрежденное яйцо на одном кадре оказывалось на следующем, соседнем кадре уже полностью разрушенным и разорванным. При таких мгновенных разрывах содержимое клетки переходит в окружающую среду в природном (нативном) состоянии.

Таким путем удается извлекать из клеток находящиеся в них биологически активные вещества: витамины, ферменты, гормоны, токсины, а также антигены, вызывающие иммунитет против того или иного инфекционного заболевания. Так, из микроба *Proteus*

vulgaris удалось извлечь группу ферментов, катализирующих синтез природных L-аминокислот (лейцин, триптофан, тирозин и другие). В экстрактах из микробной культуры *Clostridium histolyticum*, полученных с помощью ультразвуковых волн, был обнаружен фермент дезаминаза, действующий на аспарагиновую кислоту с образованием янтарной. Получены также указания на возможность извлечения фермента амилазы из плесок плесневого гриба аспергилла (*Aspergillus niger*). Ультразвуковыми волнами удалось также извлечь из пурпурных бактерий пигмент бактериохлорофилл и каротиноидные соединения.

Под действием ультразвуковых волн значительно повышается извлечение хлорофилла из растительных клеток, ванилина — из зеленых стручков и целлюлозы — из соломы и различных трав. Из озвученного растительного материала наиболее полно удается извлекать алкалоиды, обладающие лечебным действием.

Извлечение названных веществ из клеток под действием ультразвуковых волн происходит без прибавления каких бы то ни было химикалий, при относительно низкой температуре и в строго стерильных условиях.

Важным оказался и тот факт, что глубокому распаду под действием ультразвуковых волн подвергаются микроскопические и субмикроскопические клеточные структуры: мембраны, ядра, ядрышки, митохондрии, рибосомы и другие (рис. 1). Это открыло новые возможности в изучении роли в жизненных проявлениях (дыхание, фотосинтез, биосинтез белков, нуклеиновых кислот и т. д.) мелких клеточных фрагментов, обладающих электронно-микроскопическими размерами.

Ультразвуковые волны приобрели исключительное значение в современной молеку-

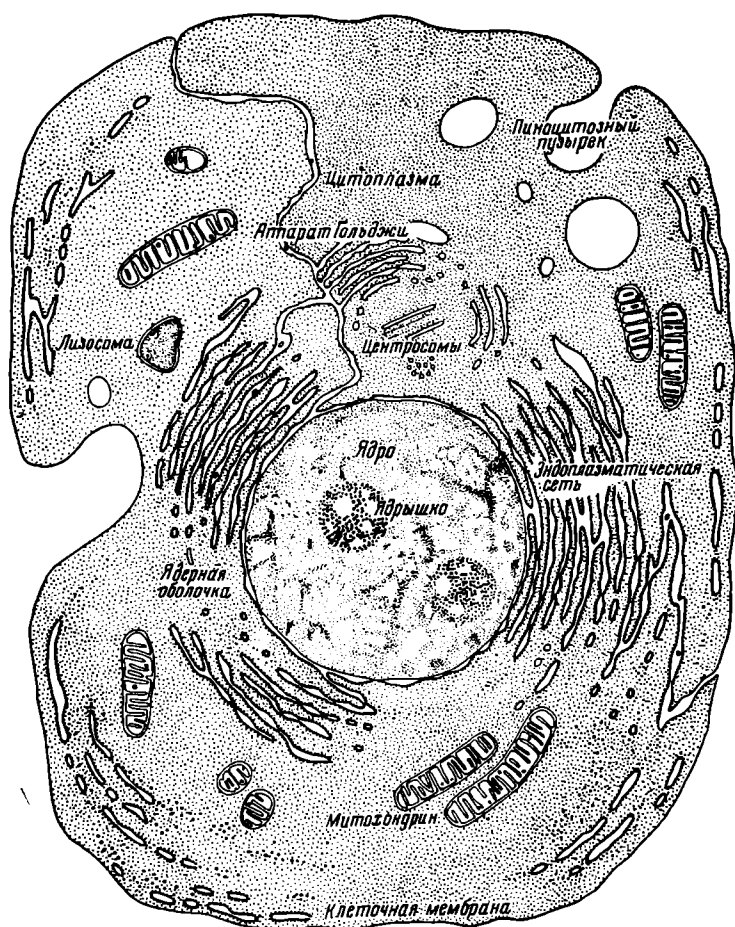


Рис. 1. Современная схема строения клетки, основанная на наблюдениях в электронном микроскопе

лярной цитологии, изучающей топографию биокаталитических процессов в отдельных компонентах растительных и животных клеток. Такое изучение привело уже к интересным представлениям о пространственном расположении в клетке макромолекул, выполняющих важные биологические функции. В качестве примера приводим следующее наблюдение. Под действием ультразвуковых волн клеточные гранулы — митохондрии — расщепляются на небольшие осколки. В них сосредоточена основная часть метаболической активности клетки. Здесь обнаружено большое число ферментов, весьма важных для жизнедеятельности организма, что дало основание приписать этим гранулам роль энергетических станций клетки. В митохондриях также обнаружена

ферментная система моноаминоксидаз, участвующих в регуляции многих биохимических реакций и физиологических функций организма. Оказалось, что под действием ультразвуковых волн удается получить отдельные фрагменты субмикроскопических мембран, пронизывающих митохондриальные гранулы, в состав которых входят моноаминоксидазы. Величина этих фрагментов составляет всего 50—200 Å (рис. 2).

СТИМУЛИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ

Однако действие ультразвуковых волн сводится не только к разрушению и диспергированию (рассеиванию) биологических структур; в результате озвучивания наступают и тонкие изменения, которые не сопровождаются гибелью клетки. Функциональные и биохимические нарушения наблюдались при облучении биологических объектов ультразвуковыми волнами небольшой интенсивности. Эти нарушения выражаются в угнетении или, наоборот, в стимуляции разных сторон жизнедеятельности различных клеток.

Привлекают внимание наблюдения над стимулирующим действием ультразвуковых волн на растительные клетки. Первые сообщения в этом направлении сделаны советскими исследователями

О. Истоминой и Е. Островским (1936 г.). По их данным, в результате озвучивания семян картофеля вес клубней увеличивался на 25—45%. Увеличение веса побегов и стручков эти исследователи наблюдали и при предварительном озвучивании семян гороха. Стимуляция процессов жизнедеятельности также отмечалась при озвучивании семян злаков, бобовых и масличных. По наблюдениям других исследователей, ультразвуковые волны сравнительно малой интенсивности ускоряют рост и цветение риса, ковыля; они благоприятно влияют на всхожесть пшеницы, овса, конопли, сосны и ели.

На стимулирующий эффект ультразвуковых волн указывают и некоторые наблюдения, сделанные в нашей лаборатории (Бронская, 1959 г.). Исследования проводились

с семенами кукурузы сорта Стерлинг, Северная Дакота и ВИР-У2. Семена кукурузы подвергались озвучиванию в течение 5 мин. (частота колебаний 380 кГц, интенсивность 5 Вт/см²). Озвучивание семян производится в водной среде. Обязательно присутствие жидкостного контакта между излучателем ультразвуковых волн и объектом озвучивания. При этих условиях озвучивания отмечалось более быстрое и более интенсивное прорастание семян (рис. 3). Под действием ультразвуковых волн имело место значительное ускорение набухания, наблюдаемого при замачивании семян. Значительное набухание семян наблюдалось непосредственно после пятиминутного озвучивания. При более длительном озвучивании (9—10 мин.) отмечалось угнетающее действие на рост растений или даже гибель семян.

Угнетение или стимуляцию (в зависимости от продолжительности озвучивания) наблюдали в опытах с рожью. Более быстрый и интенсивный рост ржи сопровождался резким увеличением ширины листа и некоторым укорочением корневой части.

Представляют интерес опыты, показавшие, что семена люпина подвергались набуханию непосредственно в поле ультразвуковых волн; их объем увеличивался почти в два раза. Прорастание семян люпина отмечалось уже на второй день после озвучивания (вместо обычных 2—3 недель). Стимуляция всхожести наблюдалась только у части озвученных семян, остальная часть (около 50 %) теряла способность к росту (пример крайней близости стимулирующей и летальной доз).

В основном стимулирующий эффект связывают с ускорением реакции набухания, которое обусловлено усилением диффузионных процессов и проницаемости клеточных оболочек. Такие изменения обусловлены, по-видимому, тонкими изменениями субмикроскопического строения и структуры мембран и оболочек клеток.

Этими изменениями не только объясняется стимулирующее действие ультразвуковых волн на рост и развитие растительных клеток, а также на развитие микроорганизмов.

С тонкими изменениями субмикроскопического строения мембран и оболочек связывают и ряд других явлений, установленных в нашей лаборатории. Так, например, под действием ультразвуковых волн мы наблюдали повышение активности ряда фермен-

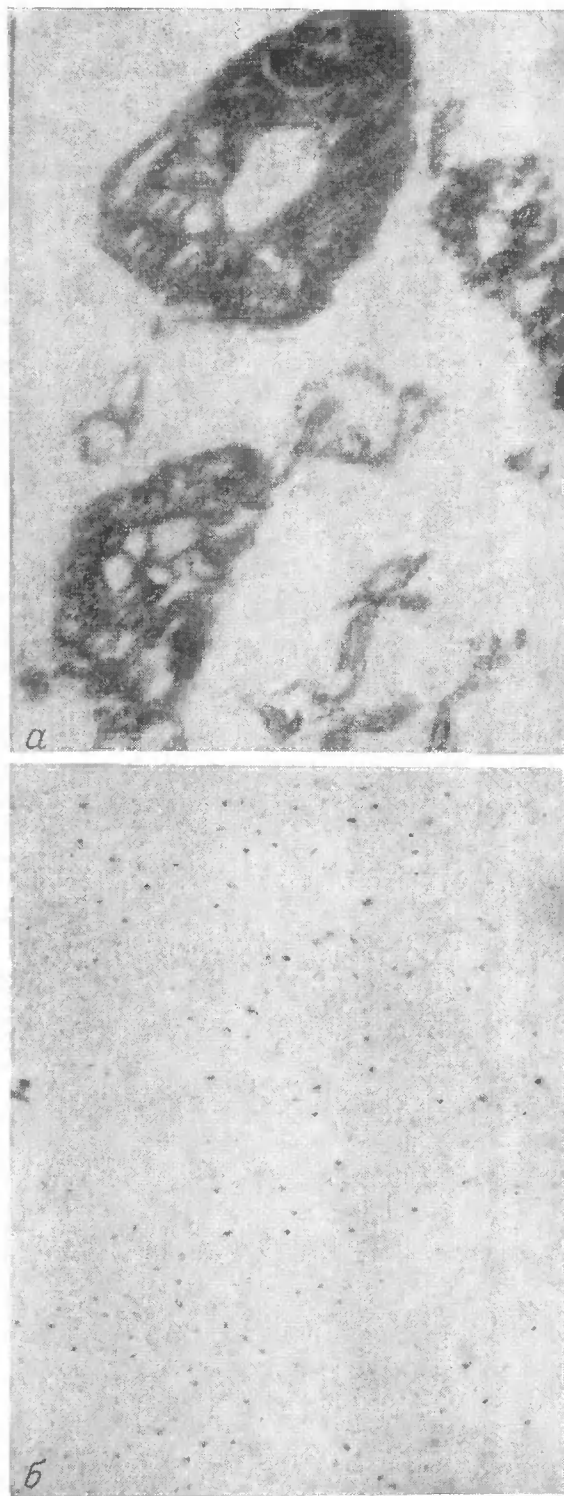


Рис. 2. Электронно-микроскопические изображения митохондрий печени крысы и их фрагментов (увелич. в 50 000 раз): а — до озвучивания, б — после озвучивания. (По работе В. З. Торкина, В. М. Митюшина и др.)

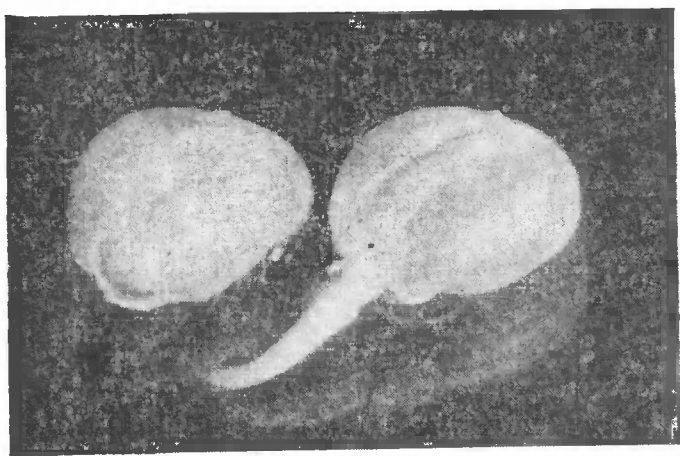


Рис. 3. Действие ультразвуковых волн на прорастание семян. На обеих фотографиях слева — неозвученные, справа — озвученные семена кукурузы



тов, связанных с поверхностными структурами клетки. Повышается также чувствительность озвученных микроорганизмов к действию дезинфицирующих средств и антибиотиков (нелетальные дозы). Это означает, что если микробные клетки предварительно подвергались действию ультразвуковых волн, их гибель наступает при меньшей концентрации дезинфицирующего вещества или соответствующего антибиотика. Ультразвуковые волны повышают чувствительность бактерий и к действию ультрафиолетовых лучей.

Демонстративно в этом отношении и усиление фотодинамического эффекта, вызываемое действием ультразвуковых волн. Фотодинамический эффект заключается в том, что определенные красители (эозин, акридиновый оранжевый и другие), взаимодействуя с теми или иными структурами клетки, повышают ее чувствительность (в присутствии кислорода) к действию световых лучей. Это обычно сопровождается усилением разрушений, вызываемых световой энергией. Исследовались дрожжевые клетки. Озвучивание дрожжевых клеток осуществлялось при такой экспозиции, при которой заметной гибели клеток не отмечается. Так, при

интенсивности ультразвуковых волн 2 вт/см^2 и частоте колебаний 750 кгц , наибольшая гибель клеток наблюдалась после 15—20-минутного озвучивания дрожжевой суспензии. При односторонней экспозиции летальный эффект практически не обнаруживался. Оказалось, что при предварительном озвучивании даже в течение одной минуты число дрожжевых клеток, погибших под действием видимого света в присутствии незначительной концентрации эозина (тетрабромфлуоресцеина) и кислорода, увеличивалось в несколько десятков раз, чего не наблюдалось с неозвученной культурой этих клеток (рис. 4).

Вызванное действием ультразвуковых волн усиление фотодинамического эффекта носит обратимый характер (рис. 5), т. е. он уже не вызывался через 10—15 мин. после озвучивания дрожжей.

Мы склонны считать, что под действием ультразвуковых волн происходит «распатывание» субмикроскопических структур клеточных поверхностей, с обнажением важных в биологическом отношении макромолекул или отдельных их фрагментов. Последнее делает клетку более чувствительной к действию различных видов лучистой энергии

(есть указания, что ультразвуковые волны сенсбилизируют, т. е. делают более чувствительными, раковые клетки к действию рентгеновых лучей).

ВИРУС И УЛЬТРАЗВУК

Известно, что ультразвуковые волны большой интенсивности вызывают довольно грубые разрушения бактериофагов. При таком озвучивании морфологические структуры фаговых частиц *Bacterium mycoides* подвергались различным повреждениям. Сравнительно легко под действием ультразвуковых волн происходил отрыв отростка хвоста от головки и освобождение стержневой части хвоста от покрывающего его чехла. Значительно повреждается головка фага. Она становится плоской, прозрачной для электронов. В отдельных случаях от фаговых частиц оставались лишь пустые оболочки (тени) с рваными краями.

Под действием ультразвуковых волн дезинтегрируются и другие бактериофаги и вирусы, в частности вирус табачной мозаики.

Установлено, что внутри вируса табачной мозаики вмонтирована рибонуклеиновая кислота (РНК), определяющая инфекционную активность этого вируса. РНК в корпускуле вируса располагается по длинной оси. От

различных внешних воздействий она защищена белковой оболочкой (рис. 6). Без предварительного разрушения белковой оболочки РНК не реагирует с химическими веществами и не взаимодействует со специфическими для нее красителями. Доступ этих веществ в РНК становится возможным, если предварительно «расшатать» белковую оболочку. Оказалось, что такое «расшатывание» белковой оболочки можно осуществить при помощи ультразвуковых волн небольшой интенсивности. Об этом удалось судить по положительному фотодинамическому эффекту, который наблюдается при облучении озвученного вируса световыми лучами в присутствии акридинового оранжевого.

В результате озвучивания внутри вируса (через его белковую оболочку) сравнительно легко проникает краситель, отличающийся своей способностью взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами. Проникая внутрь вирусной частицы, краситель повышает чувствительность РНК вируса к действию световых лучей, в результате чего вирус табачной мозаики (рис. 7) теряет свою инфекционную активность (А. Д. Шебалдина).

Для определения инфекционности использовали растения *Nicotiana glutinosa*. На листьях этого растения появляются локальные некрозы в местах внедрения вируса табачной мозаики в цитоплазму клеток. Чис-

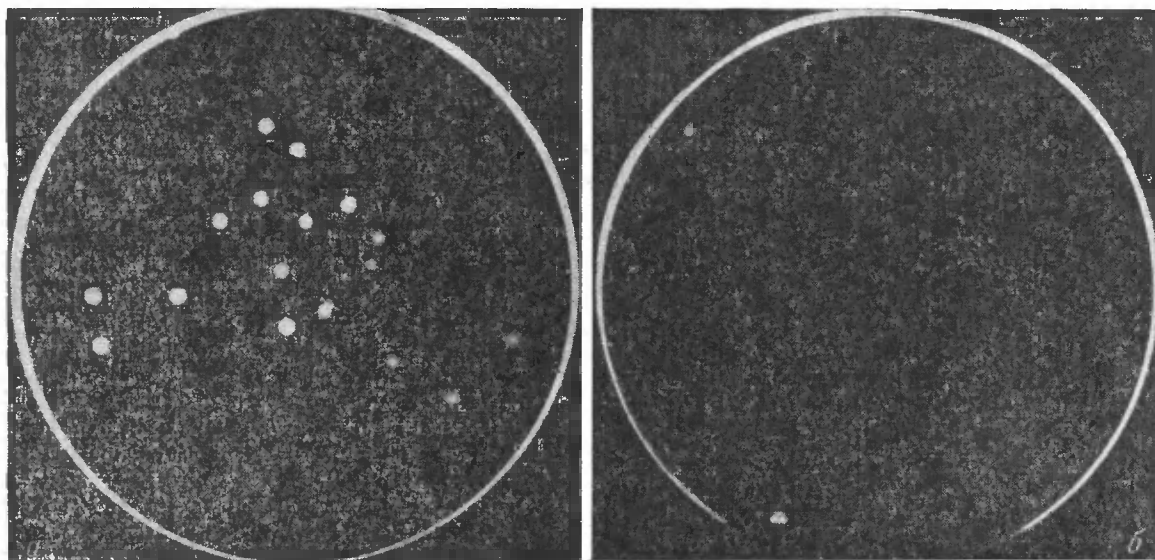


Рис. 4. Фотодинамический эффект в присутствии эозина на дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, раса XII: а — не озвучивались, б — озвучивались в течение 1 мин.

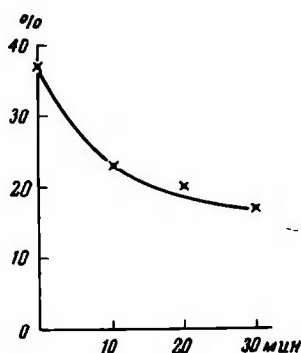


Рис. 5. Фотодинамический эффект зозина в зависимости от времени прибавления красителя к озвученной дрожжевой суспензии. По оси абсцисс — время после озвучивания до прибавления красителя (мин.), по оси ординат — процент гибели клеток

до возникающих некрозов служит мерой биологической активности вируса.

РЕЗОНАНСНЫЕ ПУЗЫРЬКИ И МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ

В озвучиваемой водной среде возникает ряд физико-механических явлений, которые могут оказать влияние на присутствующие в ней живые объекты. Среди этих явлений видное место занимают пульсирующие в резонансе с частотой ультразвуковых колебаний газовые пузырьки, так называемые **резонансные пузырьки**. (При данной частоте ультразвука пульсируют в резонансе пузырьки определенных размеров). Ультразвуковые волны большой интенсивности растягивают газовые пузырьки, а затем быстро их захлопывают (явление **кавитации**)¹. Захлопывание пузырька сопровождается возникновением мощных ударных волн — импульсов давления. Этим пытаются объяснить, почему вблизи захлопывающегося пузырька происходит разрыв клеток и клеточных структур.

При меньших интенсивностях ультразвуковых волн резонансные пузырьки совершают радиальные колебания, т. е. при сохранении сферической формы пузырьки совершают периодические колебания путем чередования сжатия объема с его расширением, и наоборот. При этом они становятся источником сферических упругих колебаний, устанавливающихся в окружающей жидкости в микроскопическом объеме, и возникновения микротечений или микропотоков.

Вопрос о возникновении микропотоков в микроскопическом объеме не есть чисто умозрительное заключение. Появление микропотоков наблюдалось под микроскопом в капле жидкости, в которой во взвешенном состоя-

нии находилась металлическая пыль — алюминиевые или серебряные частицы. Микропотоки увлекают за собой светящиеся в проходящем свете металлические опилки, что позволяет судить о характере и направлении возникающих в жидкости течений. Такие же микропотоки возникают и вокруг острия иглы, вибрирующей под действием ультразвуковых волн.

Источником ультразвуковых волн служит магнитострикционный излучатель — ферри-

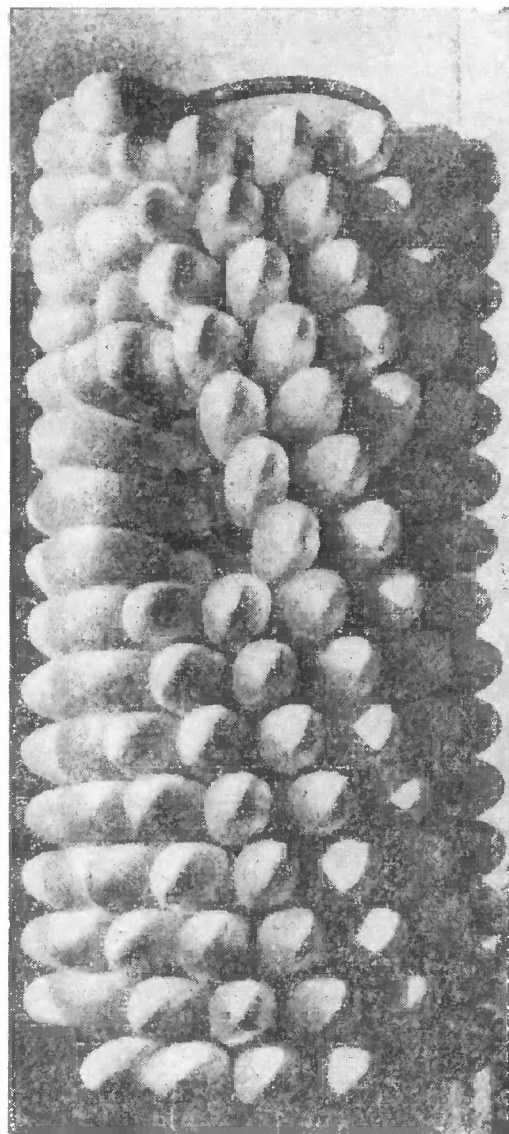


Рис. 6. Черная спираль РНК, белые тельца субъединицы белка (по Перуцу, 1958)

¹ См. «Природа», 1965, № 8.

товый или никелевый стержень, диаметр которого составляет несколько миллиметров. К магнитострикционному излучателю припаивают иглу, толщина которой равняется 0,1—0,01 мм. Вся система устанавливается на микроманипуляторе, что позволяет подводить к тому или иному микроскопическому участку озвучиваемого объекта острие иглы. Таким путем В. Ниборгу и Х. Диеру удалось наблюдать возникновение микротечений не только в жидкости, окружающей вибрирующий под действием ультразвуковых волн тонкий стержень, но и в растительных клетках, к которым подводился этот стержень (острие иглы).

Такой же генератор, несколько модифицированный, создан в нашей лаборатории инженером И. М. Файкиным. Мы также наблюдали возникновение микротечений в капле воды, содержащей окрашенные дрожжевые клетки. На рис. 8 показано направление этих течений, носящее строго закономерный характер. Характерны и течения, возникающие в клетке нитчатой водоросли (*Nitella*) при приближении к ней точечного излучателя ультразвуковых волн. Внутриклеточные потоки веером расходятся по обеим сторонам вибрирующего острия иглы. Они видны в результате того, что увлекают за собой окрашенные в зеленый цвет хлоропласты и другие клеточные компоненты и включения. Хлоропласты не только перемещаются с большой быстротой, но и совершают вращательные движения вокруг своей оси.

Такие же вращательные движения и быстрые перемещения совершают хлоропласты в целой серии клеток, составляющих одноклеточный слой мха. Вибрационные процессы, вызывающие образование внутриклеточных микропотоков, почти мгновенно передаются от одной клетки к другой, постепенно затухая при отдалении от ультразвукового вибратора. Как показал внимательный просмотр нашего экспериментального микрокинофильма, вся система хлоропластов в клетках мха как бы приходит во вращательное движение — почти весь протопласт вращается вокруг своей продольной оси. Справа от вибрирующей иглы эти вращения совершаются по часовой стрелке, а слева — против часовой стрелки. Хлоропласты, в свою очередь как бы связанные между собой гибкими пружинками, совершают определенные колебания, то приближаясь, то отдаляясь друг от друга.

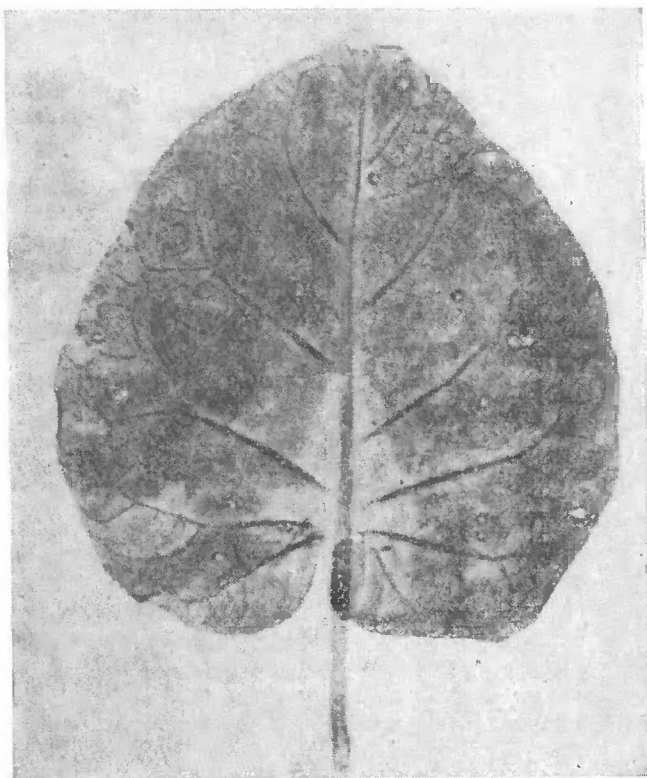


Рис. 7. Лист табака, инфицированный вирусом табачной мозаики. Слева — озвученный вирус, подвергавшийся действию света, справа — озвученный ультразвуком малой интенсивности, без дальнейшего воздействия светом

Вращательные движения хлоропластов, ядер и других клеточных образований немедленно прекращались при выключении генератора ультразвуковых волн, и возобновлялись при его включении.

Далее оказалось, что возникающие внутриклеточные ультразвуковые микропотоки не всегда приводят к гибели клетки. Особенно наглядно это выявилось в проведенной работе И. М. Гольдина, И. М. Файкина и И. Е. Эльпинера. В этой работе исследовалось поведение и дальнейшая судьба кристаллических агрегатов вируса табачной мозаики, которые обнаруживаются в растительных клетках при помощи светового микроскопа.

МИКРОПОТОКИ В КЛЕТКАХ

Штаммы вируса табачной мозаики различаются между собой по способности образовывать в растительных клетках кристал-

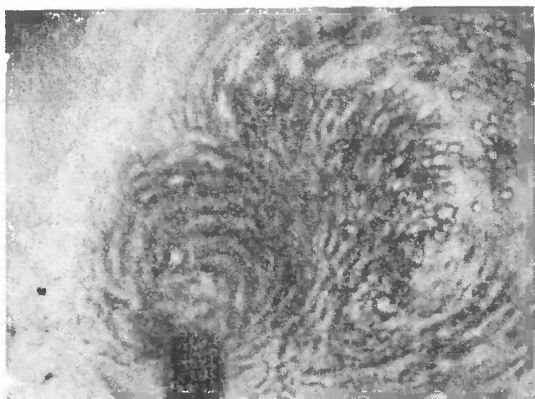


Рис. 8. Микротоки вблизи иглы, вибрирующей под действием ультразвуковых волн

лические агрегаты различной формы (см. И. М. Гольдин, 1964). Одни штаммы вируса образуют в клетке мелкие плотные шестиугольные кристаллические пластиночки (по Гольдину — кристаллы Ивановского), другие представляют собой отдельные агрегаты, состоящие из большого числа мелких кристалликов Ивановского. И, наконец, третьи штаммы (казахский вирус табачной мозаики) способны образовывать внутри клеток фигуры в виде колец, восьмерок или более сложных петель.

Выяснилось, что в результате возникновения ультразвуковых микротоков эти образования совершают различного рода движения, которые быстро прекращаются при снятии ультразвукового поля. Так, кристаллы Ивановского, обнаруживаемые в определенных местах клетки, приходят не только во вращательное движение, но и многократно перемещаются как одно целое вдоль клетки. Последующие наблюдения после озвучивания показали, что кристаллы вируса не подвергаются заметным изменениям. Это свидетельствует о том, что в результате такого воздействия оболочка растительной клетки остается неподвижной. При повреждении клеточной оболочки кристаллы вируса табачной мозаики немедленно распадаются и становятся невидимыми под микроскопом.

Своеобразные вращения под действием точечного источника ультразвуковых колебаний совершают кристаллические образования казахского вируса табачной мозаики. Эти «веретенообразные» фигуры причудливо закручиваются, образуя сложные петли, которые продолжают совершать волноподобные колебания вдоль всей клетки (рис. 9).

Исключительный интерес представляет тот факт, что образующиеся петли после озвучивания начинают раскручиваться, постепенно возвращаясь к прежней форме кристаллических структур, характерной для данного штамма вируса табачной мозаики. Столь сложные вынужденные вращения и перемещения всего содержимого клетки и в данном случае не приводили к гибели клетки. Клетка сохраняла свою жизнеспособность. Неповрежденными оказались мембраны и оболочки клетки, сохранили свою целостность и клеточные вакуоли, наполненные клеточным соком. Ведь если бы клеточный сок освободился, то он разрушил (растворил) бы кристаллические образования исследуемого вируса.

Интересна весьма высокая лабильность цитоплазмы клеток. Она, по-видимому, объясняется тем, что ультразвуковые волны при определенных условиях вызывают лишь временные нарушения пространственных взаимоотношений микроскопических и субмикроскопических структур клетки. Распад той или иной структуры вызвал бы грубое нарушение координации и направленности ферментативных и других биокаталитических процессов, что довольно часто приводит к гибели клетки.

Ультразвуковые микротоки на границе раздела клетка-жидкость и внутри клетки могут нарушить субмикроскопическую архитектуру клеточных поверхностей. Могут оказаться нарушенными пространственные взаимоотношения между клеточными молекулярными комплексами и пространственная их ориентация, что может привести к изменению функционального состояния клетки и ее реактивной способности. Этим, по-видимому, объясняется не только стимулирующее действие ультразвуковых волн на рост и развитие растительных клеток (и клеток микроорганизмов), но и ряд других явлений.

Под действием ультразвуковых волн небольшой интенсивности нарушаются также строение и тонкая структура поверхностных слоев клетки и их основная функция — осуществление взаимосвязи клетки с окружающей средой. Возникают эти нарушения непосредственно в поле ультразвуковых волн, но довольно быстро после выключения генератора они полностью исчезают. Наступающие нарушения морфологически выражаются в обратимом изменении формы клеток. Оно, вероятнее всего, обусловлено возникновени-

ем механических колебаний по поверхности клетки. Здесь приводилась аналогия с колебаниями, которые наблюдаются на поверхности газового пузырька в озвучиваемой жидкости. Как видно на рис. 10, сферическая поверхность газового пузырька приобретает форму многоугольника — образование так называемых поверхностных мод. В зависимости от диаметра пузырька, его поверхность превращается в четырехугольник, шестиугольник или восьмиугольник, иногда и в десятиугольник. При снятии ультразвукового поля пузырьки вновь приобретают свою сферическую форму. При большей интенсивности ультразвуковых волн вершины многоугольника вытягиваются и отшнуровываются, в результате чего происходит распад пузырька на мельчайшие части. Есть основание думать, что распад биологических клеток (эритроцитов, амёб и других) может быть также следствием возникновения мощных колебаний по поверхности этих клеток.

Образующиеся моды по поверхности клеток не исчезают тотчас со снятием ультразвукового поля. Они наблюдаются еще некоторое время (десятки минут) и после озвучивания.

Нарушения очертаний клеток и возникновение внутриклеточных микротечений зависит не только от размеров исследуемых объектов, но и от физических и физико-химических особенностей структуры клеточных оболочек и мембран, которые подвергаются вибрациям в поле ультразвуковых волн. Возможно, что этим определяется избирательное действие ультразвуковых волн на различные клетки. Так, например, при одинаковых условиях дозирования четко выявилась избирательность действия ультразвука на разные элементы нервной ткани.

Представляет интерес, что кровеносные сосуды оказались более устойчивыми, чем нервная ткань. Поражение нервных клеток и нервных волокон наблюдалось при полном отсутствии точечных кровоизлияний (геморрагий) в озвучиваемой области мозга. В свою очередь, белое вещество мозга поражается легче, чем серое (В. Фрай и другие). Дозы ультразвуковых волн, необходимые для возникновения необратимых изменений в сером веществе, выше чем для белого вещества. Разрушение мозговой ткани наступает приблизительно в два раза быстрее в белом веществе мозга, чем в местах скопления нервных клеток. Это означает, что проводниковые пути центральной нервной системы

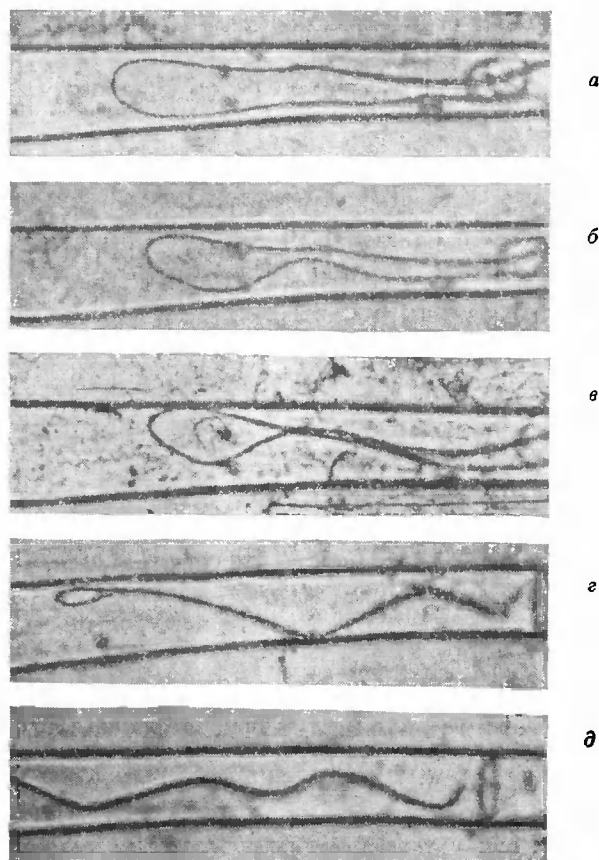


Рис. 9. Действие озвучивания на кристаллы Ивановского: а — до озвучивания; б, в, г, д — в процессе озвучивания

могут быть прерваны без поражения соседних клеточных элементов серого вещества.

Несмотря на исключительные успехи в разработке условий «дозирования» ультразвуковой процедуры, обеспечивающей возможность получения специфических избирательных и воспроизводимых изменений мозговой ткани, первичные механизмы действия этого вида энергии остаются маловыясненными. Можно лишь отметить, что влияние ультразвуковых волн на нервные клетки и ткань, по-видимому, не обусловлено теплом.

Патологические нарушения, по-видимому, не вызываются кавитацией. Кавитация в мозговой ткани не обнаруживалась даже при весьма высокой интенсивности ультразвука.

В эксперименте на животных (при определенных дозах) в озвучиваемой нервной

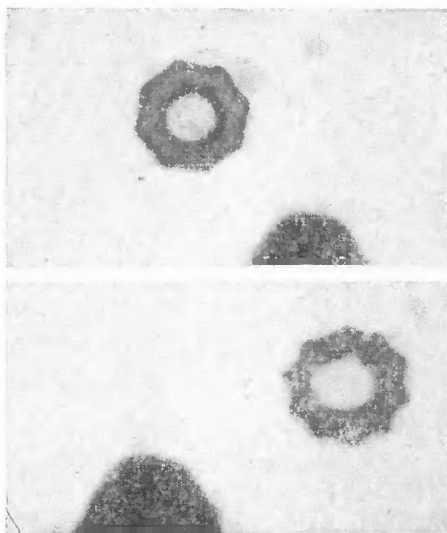


Рис. 10. Изменение формы газового пузырька под действием ультразвука

ткани гистологически не обнаруживаются изменения, непосредственно наступающие в процессе ультразвукового воздействия. Тем не менее в этих случаях нарушения выявляются в моторной, а иногда и в чувствительной сфере, что свидетельствует о немедленном возникновении физико-химических сдвигов в нервных клетках. Высказывается предположение, что возникающие физико-химические сдвиги в нервных клетках являются следствием образования внутриклеточных микропотоков, наблюдаемых в поле ультразвуковых волн. Внутриклеточные вихревые движения могут оказать влияние на функции клеток, вызывая нарушения клеточных мембран или пространственного расположения других компонентов клетки, которые обычно не обнаруживаются гистологическими методами исследования.

В связи с этим представляют интерес наблюдения, проведенные в нашей лаборатории Н. К. Басурмановой. Оказалось, что при облучении нервных ганглий насекомых точечным источником ультразвуковых колебаний, почти полностью исчезали так называемые синаптические пузырьки, участвующие в передаче нервных импульсов. Других изменений субмикроскопических структур обнаружено не было. Такого рода изменения вероятно, отразились (возможно, обратимо) на функциональной деятельности зрительного органа.

В этом аспекте интересно, что в клетках

эмбриональной ткани под действием ультразвуковых волн небольшой интенсивности нарушается параллельное расположение эндоплазматических мембран. На эндоплазматических мембранах расположены субмикроскопические гранулы-рибосомы, в которых осуществляется синтез белковых частиц. Нарушения взаимного пространственного расположения этих гранул должны также отразиться на процессах синтеза специфических белков в клетке, и эти нарушения носят обратимый характер. Через 20—24 часа параллельность эндоплазматических мембран восстанавливается.

Под действием ультразвуковых волн точечного источника наблюдали обратимые сдвиги в сократительной способности одиночного мышечного волокна (Р. Т. Людковская). Эти сдвиги вероятно являются результатом вынужденной вибрации мышечной мембраны и микротечений внутри волокна. И в данном случае на поверхности волокна обнаруживались своеобразные моды — равномерно расположенная складчатость поверхностных слоев. Через 15—20 мин. после озвучивания эта складчатость исчезала.



Итак, среди существующих представлений о механизме биологического действия ультразвуковых волн ведущее место занимают вопросы, касающиеся тонких нарушений пространственной организации клетки, вызываемых микропотоками, которые возникают как вне, так и внутри клетки. Характер этих потоков в значительной степени зависит от физических особенностей клеточных мембран и других клеточных фрагментов. Этим, по-видимому, определяется избирательность действия ультразвуковых волн не только на цельные клетки, но и на отдельные ее компоненты. Последнее также определяет многообразие реакций клетки на данное воздействие, которое в ряде случаев приводит к нарушению тех или иных ее функций, наследственно закрепляющихся (мутагенное действие ультразвуковых волн). Важно и то, что впервые открылись широкие возможности изучения роли пространственной организации микроскопических и субмикроскопических клеточных элементов в жизнедеятельности клетки.

УДК 534.8

25 лет ЭРЫ

АНТИБИОТИКОВ

Профессор Сэлман А. Ваксман

Институт микробиологии Рутгерсовского университета

(США)

Ниже мы помещаем статью С. А. Ваксмана, подготовленную им специально для журнала «Природа» по материалам его речи, произнесенной в Институте микробиологии АН СССР 10 сентября 1965 г. Профессор С. А. Ваксман — один из выдающихся современных микробиологов, лауреат Нобелевской премии, открывший многие антибиотики, в том числе стрептомицин, неомицин и актиномицин. С. А. Ваксман несколько раз посещал Советский Союз, выступал с докладами, его работы неоднократно публиковались в нашем журнале.

В течение последней четверти века возникла новая область знаний — учение об антибиотиках. Эта новая наука, так же, как и ее многочисленные практические выходы, основана на исследовании микробных популяций, смешанных инфекций, микробного антагонизма и обмена веществ у микробов. Исследователи, работающие в области почвенной микробиологии, очистки вод и фитопатологии, внесли существенный вклад в наши знания о способности одного микроба влиять на рост другого. Полученные результаты, а также данные о смешанных инфекциях, привели к лучшему пониманию образования и возможностей использования продуктов обмена микробов — антибиотиков — для лечения инфекционных заболеваний.

РАННИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Сделанные в 1877 г. наблюдения Л. Пастера и Ж. Жубера, установивших, что сапрофитные бактерии подавляют развитие сибиреязвенных бацилл, хорошо известны и не нуждаются в комментариях.

М. Гарри и Л. Гигньар показали в 1889 г., что *Pseudomonas pyocyanea* образует «растворимый продукт», который обладает свойством разрушать сибиреязвенные бациллы, но не гемолизует красных кровяных телец. Был сделан вывод, что вещества, образуемые синегнойной палочкой, вреднее для патогенных бацилл, чем для клеток животных. В 1890 г. Р. Эммерих и О. Лёв ввели пиоцианазу в медицинскую практику. Эти важные наблюдения

должны были бы уже тогда открыть дорогу использованию для лечения инфекционных заболеваний именно продуктов микробов, а не живых микробов. К сожалению, микробиологи, химики и врачи еще не были подготовлены в то время к тому, чтобы использовать открывавшиеся возможности.

В 1897 г. Э. Дюшен изучал биологическое взаимодействие между грибами и бактериями. Он провел опыты над живыми морскими свинками, которых заражал летальными (смертельными) дозами некоторых патогенных бактерий; если им одновременно вводились культуры зеленой плесени, называемой *Penicillium glaucum*, то животные выживали. Дюшен полагал, что эти результаты можно было рассматривать как призыв к немедленному применению ее как в профилактике, так и в терапии. Однако эти наблюдения остались также совершенно незамеченными последующими исследователями.

В 1912 г. А. Водремэ сообщил, что если туберкулезные бациллы «мацерировать» (вымачивать) в присутствии фильтрованного экстракта гриба *Aspergillus fumigatus* в течение 24 дней при $t\ 39^\circ\text{C}$, то они теряют свойства кислородоустойчивости. Введение таких «мацератов» морским свинкам не вызывает у них туберкулеза и даже поражения в месте введения. На основе этого и других опытов, Водремэ с сотрудниками сделал попытки применить для терапии человека одноклеточные «мацераты» туберкулезных бацилл. Хотя результаты этих попыток не были до конца убедительными, они наводили на размышление.

Было известно также, что помимо синегнойной палочки (продуцента пиоцианазы и пиоцианина) и другие бактерии способны образовывать метаболиты, обладающие антибактериальными свойствами. Это относится в особенности к спорообразующим бактериям *Bacillus subtilis*.

Р. Лиске в 1921 г., а затем А. Гратия и С. Дас (1924) сообщили о способности культур некоторых актиномицетов продуцировать литические вещества, активные в отношении как живых, так и мертвых бактериальных клеток. Однако все эти сведения оставались не более чем описанием удивительных случаев и не привели к каким-либо практическим выводам.

Работа А. Флеминга (1928) о культуре *Penicillium*, образующей антибактериальное вещество пенициллин, а равно и работа Р. Вейндлинга (1934) о грибах, образующих антифунгальное вещество глиотоксин, также были похоронены в научной литературе. Общая концепция антагонизма и антибиоза получила в это время некоторое освещение в трактовке Г. Папакостаса и Ж. Гате (1928). К сожалению, однако, их идеи относительно «антагонизма» или «антибиоза» скорее внесли путаницу, чем привели к установлению природы и возможностей использования микробных продуктов для лечения инфекционных болезней.

Группой советских исследователей был составлен обстоятельный обзор по распределению антагонистических свойств между актиномицетами. По мнению А. Бородулиной (1935), актиномицеты способны вызывать антагонизм у различных спорообразующих бактерий и вызывать лизис (растворение) их клеток. На агаровой среде удалось получить термостабильное вещество. Когда антагонисту впервые предоставлялась возможность развиваться на пептоновой среде прежде чем бактерия была заражена, возникал сильный антагонистический эффект, что влекло за собой удлинение бактериальных клеток: причиной этого явления была задержка в делении, и сопровождалось оно подавлением спорообразования.

М. Нахимовская (1937) установила, что антагонистические актиномицеты широко распространены в природе. Из 80 культур, выделенных из различных почв, 47 обладали антагонистическими свойствами, однако только 27 из них выделяли в среду антибиотические вещества. Эти агенты оказались способными задерживать рост грам-

положительных бактерий, но не грамотрицательных бактерий или грибов. Все антибиотические агенты были термостабильны — нагревание в течение 30 мин. при 1,5 атм только несколько снижало их активность. Для антагонистов, которые не выделяли в среду никакого вещества, для задержки развития бактерий было необходимо присутствие растущего антагониста. Образование антибиотического вещества достигало своего максимума на синтетической среде; оно было незначительно или вообще отсутствовало на средах, содержащих белки.

Н. А. Красильников и А. А. Коренько (1939) установили, что многие виды актиномицетов, принадлежащие к роду, обычно обозначаемому как *Streptomyces*, но не члены рода *Nocardia* образуют вещество, обладающее сильным бактерицидным действием на большое число микроорганизмов. Это вещество особенно активно против нокардий, микробактерий и микрококков; менее активно оно в отношении спорообразующих бактерий и совершенно не действует на неспорообразующие бактерии. Под влиянием антибиотического фактора, микробные клетки либо полностью растворялись, либо оказывались убитыми без последующего лизиса¹.

Попытка выделить антибиотическое вещество из некоторых актиномицетов была сделана в 1940 г. А. Криссом. На основе свойств этого вещества, он пришел к заключению, что оно должно быть определено как лизоцим: оно было нерастворимо в эфире, бензоле, хлороформе т. д., было устойчиво к действию света, воздуха и высоких температур².

Вообще, нужно отметить, что микробиологи и химики Советского Союза внесли важный вклад в развитие антибиотиков. Советские ученые создали различные новые вещества, которые по разному действуют на бактерии и грибки, а также выполнили работы, посвященные лучшему пониманию того, как действуют эти вещества на микроорганизмы и при лечении болезней человека и животных.

¹ Первое сообщение об актиномицетах появилось в журнале «Природа» (1933, № 12): Н. А. Красильников. Жизнь и строение актиномицетов (прим. ред.).

² В 1939 г. Н. А. Красильников и А. А. Коренько впервые получили антибиотик из культуры актиномицета. Впоследствии он был назван мицетином (прим. ред.).

Активные антимикробные вещества, продуцируемые микроорганизмами, обычно обозначались как бактериостатические или бактерицидные агенты, лизоцимы, энзимы, лизины, токсины, летальные соединения и т. п. Хотя таким образом и подготавливалась почва для наступления эры антибиотиков, однако понадобилось еще десятилетие, чтобы эта новая эра в хемотерапии наступила.

НАЧАЛО НОВОЙ ЭРЫ (1939—1940 гг.)

В последнюю неделю 1940 года, или почти 25 лет тому назад, Американское общество бактериологов собралось на свое ежегодное собрание в Сан-Луисе. На этом съезде была организована «конференция круглого стола» для обсуждения природы антибактериальных веществ микробного происхождения, которые в то время начали привлекать к себе значительное внимание. Рене Дюбо был организатором совещания, а я — его председателем. Я предложил Дюбо обсудить его текущую работу по выделению двух антибактериальных веществ (грамицидина и тироцидина) из культуры почвенной бактерии *B. brevis*. Затем я доложил о работе нашей лаборатории по актиномицину — антибактериальному веществу, образуемому актиномицетом. Аудитория насчитывала около 200 бактериологов, но только один из слушателей (покойный Джофрей Рейк) поднялся, чтобы спросить, нет ли новых сведений о пенициллине, который был только что вновь изолирован в Оксфорде Э. Чейном и другими. Это вещество казалось многообещающим как потенциальный хемотерапевтический агент. Никто из присутствующих, видимо, не знал об этой работе больше, чем было изложено в только что появившейся статье. Председатель совещания предложил желающим задать еще вопросы или принять участие в обсуждении. Желающих не оказалось. Аудитория разошлась, прений так и не было.

Несмотря на такой холодный прием слушателями новостей об антибактериальных веществах, 1939—1940 годы могут рассматриваться как очень важные в истории антибиотиков. Три важных открытия, отмеченных выше, подчеркнули значение постепенно накапливавшихся сведений о способности различных микроорганизмов (аэробных спорообразующих бактерий, грибов и актиномицетов) продуцировать химические вещества, которые могут подавлять рост и даже разрушать различные болезнетворные бактерии

и грибы. Эти вещества были активны не только *in vitro* в лаборатории, но и *in vivo* в опытах на животных. Как было установлено, *B. brevis* продуцировала группу антимикробных полипептидов, позднее названных *тиротицинами*. Вновь была подчеркнута способность некоторых грибов, принадлежащих к роду *Penicillium*, продуцировать антимикробные вещества. Изучение образования актиномицетами мощных антибактериальных и антифунгальных веществ, приведшее к выделению кристаллического актиномицина, указывало на эту группу организмов как на потенциальных продуцентов антибиотических веществ. Хотя тиротицин и остался тем, что принято называть «малыми» антибиотиками, пенициллин вскоре начал «делать историю». Актиномицин оказался слишком токсичным для терапевтического применения; однако он стимулировал дальнейшие поиски антимикробных веществ среди актиномицетов. Эти поиски привели к выделению в нашей лаборатории стрептомицина в 1942 г. и, наконец, *стрептомицина* — в 1944 году.

Выяснилось, что химическая природа и биологическая активность антибиотиков зависят от организма-продуцента, от состава среды, условий роста и в особенности от аэрации и реакции среды. Антибиотики сильно различались по химической структуре, физическим свойствам, антимикробной активности и токсичности для животных. Уже с самого начала они представлялись многообещающим потенциальным средством борьбы с болезнями человека и животных.

Присутствующие на совещании в Сан-Луисе в сущности не представляли себе, что мы вступали в новую эру, которая коснулась столь многих областей науки, в особенности микробиологии, химии, фармакологии, и выразилась в бесчисленных практических приложениях в медицине, ветеринарии, фитопатологии, питании животных, технике консервирования.

ОБЩИМИ УСИЛИЯМИ

В течение 25 лет, которые прошли после первых успехов с выделением антибиотиков, было удачно использовано в качестве хемотерапевтических агентов более 80 химических соединений. Болезни, которые еще предшествующему поколению казались неизлечимыми, были подвергнуты успешной терапии. Это относится к различным детским заболеваниям, а также к пневмонии, дизен-

терии, тифу и паратифу, чуме, холере, туберкулезу и другим инфекционным заболеваниям, вызываемым бактериями, грибами и простейшими. Я ограничусь одной иллюстрацией нового положения, указав на состояние вопроса о туберкулезе.

Новая ситуация, которая сложилась в мире с введением мощных противотуберкулезных лекарств — вначале стрептомицина (1944 г.), затем ПАСК и изониазида — была недостаточно осознана. Последствия ее начинают осознаваться лишь теперь. Для миллионов людей во всем мире теперь есть надежда на выздоровление, в то время как ранее они ее не имели. Врачи столкнулись с необходимостью настолько изменить методы лечения и предотвращения туберкулеза, что это заставило их по-новому взглянуть на всю проблему борьбы с этим заболеванием.

Важный вклад в новую отрасль науки внес микробиолог. Разрабатывая различные программы поисков, изолируя новые культуры, отбирая новые штаммы среди вариантов и мутантов исходной культуры, вводя подходящие среды для культивирования, изучая проблему устойчивости чувствительных к антибиотикам организмов, он заложил основы наших знаний о продуцирующих антибиотики организмах и о продукции антибиотиков.

За микробиологом в программе изучения антибиотиков следует химик. Помимо обычных химических методов изолирования, очистки, кристаллизации и т. д., он использует в своей работе такие методы как хроматография на бумаге, противоточное распределение, анализ в инфракрасном и ультрафиолетовом свете и т. д. Используя синтез, он создает новые типы соединений и дает много дополнительных сведений о химической структуре и потенциальном применении антибиотиков.

Свой важный вклад в наши знания об антибиотиках делает и фармаколог. Без ответственных опытов на животных, без знания общей и избирательной токсичности и характера действия антибиотиков в различных органах тела, был бы возможен лишь незначительный успех.

Для нашего понимания биогенеза и биосинтеза антибиотиков, их специфического эффекта на чувствительные бактерии, их действия *in vitro* и *in vivo*, и многих других проблем много дал и биохимик.

Не менее значителен и вклад инженера: введя процесс глубинного культивирования и другие производственные улучшения, он

сделал возможным резкое снижение стоимости производства антибиотиков. Ему приходится также иметь дело с множеством проблем, начиная с загрязнения, ферментации и фаголиза и кончая вырождением штаммов и их селекцией.

Наконец наступает и очередь клинициста, ветеринара, специалиста по питанию. Все они используют антибиотики для спасения жизни людей и животных, для улучшения здоровья общества и повышения его экономического потенциала.

АНТИБИОТИКИ И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

Вряд ли имеет смысл подробно рассматривать здесь прогресс в наших знаниях об антибиотиках и их практическом применении за истекшие четверть века. Ограничусь лишь кратким изложением программы изысканий. Подобные программы продолжают осуществляться в большом масштабе. Особое внимание уделяется в последнее время микробным метаболитам, которые могут оказаться эффективными против опухолей и вирусов. Бесчисленные препараты испытываются в отношении действия на экспериментальных животных, в культурах тканей, куриных эмбрионах и различными другими способами. К сожалению, до сих пор мы не располагаем антибиотиками, эффективными при вирусной инфекции в теле человека и животного, хотя и известны различные препараты, активные *in vitro*. Изолировано много противоопухолевых средств, включая различные формы актиномицинов, кардиофиллин, митомицин и некоторые другие, которые кажутся обещающими. Несмотря на то, что все они высокотоксичны и вначале обещали лишь незначительные возможности практического применения, некоторые из них, особенно актиномицины, постепенно занимают важное место в вооружении медиков.

Среди других проблем, привлекающих особое внимание, в настоящее время стоят такие, как открытие новых антибиотиков или создание химических модификаций ранее открытых антибиотиков, активных в отношении микробов, проявляющих устойчивость к известным антибиотикам, особенно к пенициллину и стрептомицину. Начав с химического превращения стрептомицина в дигидро-стрептомицин, восстановления хлорте-трациклина в тетрациклин, превращения неактивной части молекулы хлорамфеникола в активную, исследователи приходят к пони-

манию того, что некоторые антибиотики могут быть изменены химически таким путем, чтобы получить из них более желательные соединения, или, по крайней мере, соединения с измененными биологическими свойствами. Особенно интересным оказалось введение «полусинтетических» пенициллинов, или соединений, химическая структура и биологическая эффективность которых была изменена действием ферментных систем или путем химического синтеза.

Химическая модификация некоторых антибиотиков часто имела результатом изменение их антимикробного спектра. Это справедливо, например, в отношении ампициллина — пенициллина, цефалоспоринов — цефалотина.

ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И ВЕТЕРИНАРИИ

Достаточно сказать, что вряд ли сейчас есть заболевание, вызываемое патогенными бактериями, грибами или простейшими, которое не поддавалось бы лечению одним антибиотиком, несколькими, или же комбинацией антибиотиков и синтетических средств. Говорят, например, что в наше время никто не должен умереть от туберкулеза (кроме как в очень тяжелых, запущенных случаях), а если человек и умирает, то виной тому либо неправильный диагноз, либо запоздалое применение правильного лечения.

Среди важнейших клинических проблем в настоящее время привлекает внимание проблема устойчивости микробов. Практика сочетания двух или более антибиотиков или антибиотика и синтетического средства подвергается критике. Справедливо, однако, что такие комбинации дают прекрасные результаты в лечении туберкулеза (например, стрептомицин с ПАСКом или изониазидом, или все три вместе). Характер комбинации и дозировки компонентов зависит от характера и состояния болезни. В случаях, где выявилась устойчивость ко всем трем компонентам, в настоящее время применяют ванкомицин или циклосерин в отдельности, в комбинации с этионамидом или другими синтетическими или антибиотическими препаратами.

Значительный успех достигнут в применении некоторых комбинаций антибиотиков, таких, как пенициллин и стрептомицин, или неомицина и стероидный препарат. Проблема

устойчивости стафилококков к пенициллину стала весьма серьезной. Там, где развилась устойчивость, применяют различные новые антибиотики: эритромицин, новоблоин, ванкомицин, линкомицин. Синтетическая модификация молекулы пенициллина была особенно успешна в том отношении, что сделала ее более устойчивой к действию пенициллиназы или более активной в отношении бактерий, устойчивых к природному пенициллину.

ИЗЫСКАНИЕ ПРОТИВОРАКОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Специальные методы разработаны для изыскания антибиотиков и синтетических химических соединений, активных против опухолей. Подавленное дыхание опухолевых клеток позволило выдвинуть предположение о целесообразности использования при отборе противоопухолевых веществ микробных мутантов с подавленным дыханием. Действительно, противораковая активность была обнаружена у некоторых соединений, отобранных при помощи подобных процедур. Использованы и бесчисленные другие методы, основанные на действии активного агента на митоз, поведение окислительно-восстановительных индикаторов и т. п.

Лишь немногие из найденных препаратов нашли постоянное место при лечении этой группы заболеваний. Вначале эффективными казались лишь актиномицин, митомицин и два-три других препарата. За последнее время изолировано еще несколько. К сожалению, большинство из них оказывается либо слишком токсичным, либо недостаточно активным. В работах этого направления было установлено два интересных факта: изолированные до сих пор препараты сильно различаются по своей биологической активности, некоторые активны против опухолей и бактерий, другие — против опухолей и грибов, наконец третьи — только против опухолей. Эти соединения сильно различаются и по чувствительности к ним опухолей: есть спектры противоопухолевой активности, подобные антибактериальным или антигрибным спектрам других антибиотиков. Это указывает на то, что если онкостатические (останавливающие развитие опухоли) или онколитические (т. е. растворяющие опухоль) вещества будут найдены, они будут различаться по характеру опухолей, чувствительных к их действию. Интересно подчеркнуть, что исследователи верят в возможность при-

менения антибиотиков в борьбе с опухолями, хотя рост и физиология опухолевых клеток сильно отличают их от микробных клеток. Исследователи надеются, что будут найдены вещества, которые сделают с неопластическими заболеваниями то, что антибиотики сделали с бактериальными и грибными инфекциями.

ПОИСК ПРОТИВОВИРУСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Меньше успеха достигнуто в изыскании противовирусных веществ. Хотя найден ряд веществ, активных в отношении истинных вирусов, ни одно из них не нашло практического применения. Антибиотики широкого спектра, которые вначале представлялись активными и против вирусов, в действительности активны только против так называемых «крупных вирусов», или внутриклеточных паразитов группы лимфогранулемы — пситтакоза, но не против «мелких», или истинных, вирусов. Последние не представляют собою живых систем в истинном смысле; они не растут, не размножаются, не обладают обменом.

Вирусы представляют собой генетический материал типа ДНК или РНК, окруженный защитной белковой оболочкой, влияющей на введение в клетку хозяина генетического материала. Вирусы служат индукторами реакций, в результате которых происходит изменение в обмене клеток хозяина, превращающее ее из «нормальной» в «ненормальную». Клетки оказываются вынужденными производить частицы вируса-индуктора вместо того, чтобы осуществлять нормальные процессы роста и обмена. Логический путь к управлению подобным механизмом должен совершенно отличаться от того, который избирается при изыскании противомикробных антибиотиков. Тамм и Эггерс (1963) предполагают, что антивирусные агенты действуют на нуклеиновую кислоту молекулы вируса. Согласно Т. Броку (1964), эти агенты соединяются со специфическим белком вируса. Существует значительная специфичность в степени чувствительности вирусов к различным агентам.

Образование химических веществ с избирательной антивирусной активностью отмечалось для видов *Penicillium* (Р. Шоп, 1953) и других культур грибов (Пауэлл и Кульбертзон, 1953). Однако до сих пор практически интересных хемотерапевтических результатов не получено. Среди антивирусных веществ,

изолированных из культур актиномицетов и грибов, можно упомянуть цефаломидин, гелиомидин, мутомидин, миксовиромидин, нитромидин, полимидин, оливомидин, куйномидин и виоларин В. Недавнее изолирование антивирусных агентов вивомидины и боррелидина из культур *Streptomyces* подчеркивает возможности этого направления.

АНТИБИОТИКИ В КОРМЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ

Число антибиотиков, применяемых в кормлении животных, превзошло все ожидания. Их действие в этом случае особенно эффективно на фоне неподходящей диеты. Выражение «антибиотики компенсируют плохое кормление и содержание животных» напоминает то, которое справедливо в случае некоторых опасных клинических манипуляций: «антибиотики компенсируют плохие гигиенические мероприятия». Является ли стимулирующее рост действие антибиотиков следствием удаления из кишечного тракта опасных токсинообразователей или нарушения равновесия в микробной популяции этого тракта, или удаления бактерий, соревнующихся с хозяином за пищевые элементы, — еще подлежит выяснению.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИБИОТИКОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БИОПРЕПАРАТОВ

Хранение рыбы и продуктов птицеводства, равно как и другой пищи, сильно расширило потенциальное использование некоторых антибиотиков, особенно тех, которые разрушаются при кипячении. Антибиотики нашли место и при хранении ряда биопрепаратов. Сперма человека и животных, например, может быть сохранена от микробного воздействия при помощи антибиотиков. То же относится и к хранению вируса полиомиелита и других вирусных препаратов. Антибиотики используются и в культуре тканей. Помимо стрептомицина и неомицина, в этой области используются назин, тилозин и многие другие.

АНТИБИОТИКИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Помимо их роли в лечении инфекционных болезней, применения в питании и консервной промышленности, антибиотики дали многое для различных областей фундаментальной науки, сделав возможным решение ряда

важных биологических проблем. Некоторые антибиотики стали важным инструментом, обеспечивающим научное исследование. Начнем с генетики микробов. Устойчивость к антибиотикам оказалась важным генетическим «маркером» при изучении половой рекомбинации у бактерий и актиномицетов. Зависимость бактерий от некоторых антибиотиков дала дополнительный материал для понимания определенных генетических концепций.

Много дали антибиотики и биохимической методологии. Эта область их использования в последнее время привлекает пристальное внимание в связи с попытками анализировать механизм синтеза белков, нуклеиновых кислот и другие процессы клеточного синтеза. Изучение действия хлорамфеникола на образование молекулы белка и включение аминокислот позволило установить, что этот антибиотик разобщает синтез нуклеиновых кислот и белков. Образование сферопластов *Escherichia coli* под действием пенициллина, влияние стрептомицина на синтез хлорофилла позволило лучше понять некоторые важные биологические реакции. Но, быть может, самое главное в том, что использование актиномицина при изучении ДНК—РНК трансформаций дает возможность лучше понять характер генетического кода, который столь важен для биологии. В связи с этим считают даже, что новая и очень популярная отрасль науки — молекулярная биология — обязана своим происхождением использованию актиномицина.

В результате исследований антибиотиков были открыты различные новые или редкие соединения. Можно без преувеличения сказать, что все терапевтически важные антибиотики представляют собой «новые» в химическом отношении структуры. Изучение химической природы этих антибиотиков и их тотального синтеза в настоящее время занимают внимание некоторых наиболее известных химиков-органиков мира. Стрептоза, найденная в стрептомицине, представляет собой сахар с разветвленной цепью, впервые обнаруженный в микробном продукте. До 1950 г. из природных соединений было выделено только 3 полиацетиленов, изучение полиеновых антибиотиков значительно расширило их число. Дихлоруксусная кислота и нитробензол хотя и были известны ранее химикам-органикам, впервые обнаружены в составе природного соединения — хлорамфеникола.

Тот факт, что перекрестная устойчивость сравнительная редкость для различных антибиотиков, позволяет предполагать и различный механизм действия этих веществ на микробы и клетки организма хозяина. Это обстоятельство дает клиницисту ряд возможностей при подборе подходящего терапевтического агента для лечения определенных заболеваний. Микробиологу и биохимику это дает возможность лучше понять природу инфекции и наметить пути борьбы с ней.

ЧТО ОСТАЕТСЯ СДЕЛАТЬ?

Антибиотики способствовали созданию новой концепции жизни микробов в их естественной среде обитания, равно как и способов управления этой жизнью. Многие проблемы, однако, как теоретические, так и практические, остаются нерешенными. Назовем некоторые. Выборочное действие антибиотиков преимущественно на грамположительные, грамотрицательные бактерии или грибы продолжает оставаться объектом догадок. Действие некоторых антибиотиков на риккетсии и внутриклеточные паразиты типа лимфогранулемы — пситтакоза — продолжает оставаться малопонятным, хотя и широко используется. Все проблемы, связанные со способом действия антибиотиков, содержат еще много неясного. Сюда относятся проблемы развития устойчивости к антибиотикам и зависимости от антибиотиков.

Мы все еще недостаточно знаем о роли антибиотиков в жизни продуцирующих их организмов. Вся проблема биогенеза до сих пор ограничивается данными, полученными по отдельным механизмам биосинтеза.

Поиски новых антибиотиков будут продолжаться, равно как и попытки выяснить механизм действия микробных метаболитов на вирусы и опухоли. На поиски в этих направлениях потрачено уже много сил. Не раз открытия новых антибиотиков в действительности оказывались лишь переоткрытием уже известных. Много слишком поспешных обобщений было сделано и в попытках утверждения авторами своего приоритета. Это касается как «новых» антибиотиков, так и «новых» культур, продуцирующих уже известные антибиотики.

Каковы бы ни были ответы на эти и подобные вопросы, мы можем уже сейчас смело утверждать, что антибиотики внесли и продолжают вносить существенный вклад в наше

понимание ряда природных процессов, продолжают предоставлять нам способы анализа для фундаментальных проблем биологии. Наконец, что самое главное, они не имеют себе равных по эффективности в предупреждении и в лечении бесчисленных инфекционных заболеваний человека, животных и растений, а также в ряде других практических приложений большого экономического значения.



За всю историю человечества немногие другие открытия могут сравниться с открытием антибиотиков по тем результатам, которые они принесли людям как в области борьбы с болезнями, так и в повышении нашего экономического потенциала. Неудивительно, что среди широкой публики антибиотики полу-

чили название «волшебных средств». Многие инфекционные болезни оказались побежденными, а длительность человеческой жизни таким образом возросла. Следует ли нам сейчас волноваться по поводу того, что устойчивость бактерий к некоторым антибиотикам постепенно возрастет, и опасаться, что мы вернемся к тому, с чего начали? Только будущее может дать ответ на этот вопрос. Однако быстрый прогресс последних лет в биологии и биохимии (изучение природы и использование витаминов, гормонов и ферментов, открытие транквилайзеров), так же как и ряд других крупных вкладов в дело здравоохранения, позволяют нам надеяться, что рано или поздно будут побеждены и другие заболевания, а достичь этого нам помогут микробы.

УДК 615.779.9



Г. С. Дзотенидзе
ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЗМА
НА ОБРАЗОВАНИЕ ОСАДКОВ

Изд-во «Недра», 1965, 156 стр.,
ц. 85 коп.

В последнее время в геологической науке родилось новое направление — учение об осадочно-вулканогенном литогенезе¹. Появлению его в значительной мере способствовали работы акад. Н. М. Страхова, а также исследования других советских геологов. В книге впервые обобщены обширные сведения об осадочно-вулканогенном литогенезе. Теперь установлено, что в образовании многих осадочных горных пород активную роль играют не только компоненты, принесенные с размываемой суши, но и продукты деятельности вулканов. Вулканы, по-видимому, поставляют на земную поверхность колоссальное количество расплавленных горных пород — лавы, пепла, горячей воды (гидротермы) и газообразных элементов, например углерода, водорода, хлора, серы, фтора.

В свете нового учения автор рассматривает железорудные месторождения Кривого Рога и Казахстана, Чиатурское ме-

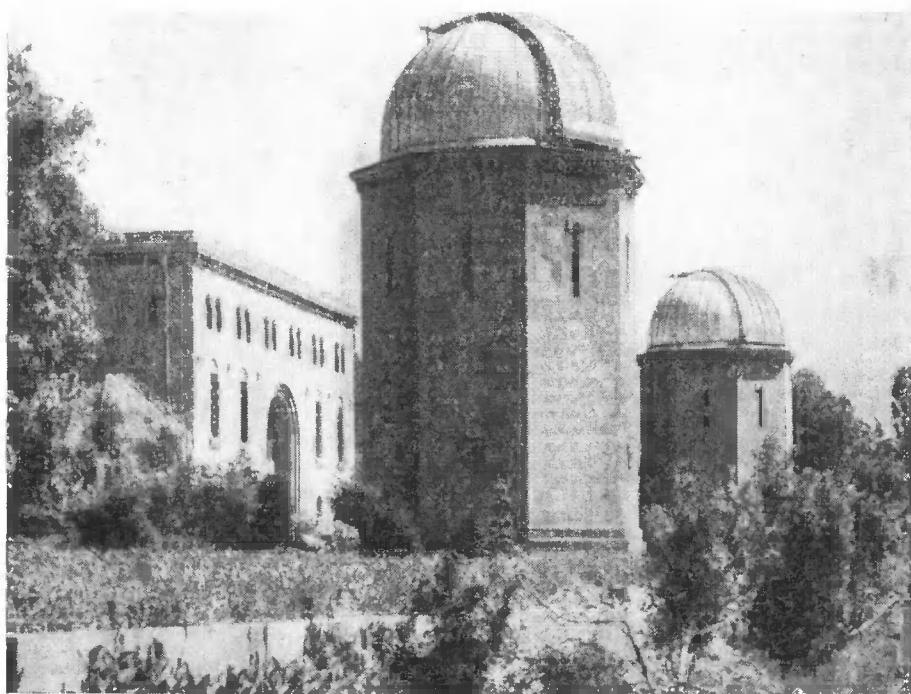
сторождение марганца и медные месторождения Урала и Кавказа, некоторые месторождения бокситов, фосфоритов и диатомитов. Особое значение придается подводным вулканическим извержениям. Мощная толща океанической воды благоприятствует концентрации вместе с лавой, принесенных ею же, рудных гидротерм и газов. При взаимодействии с водой и песчаноглинистыми осадками возникают руды железа, меди или марганца.

В книге уделяется внимание характеристике накопления химических осадков, испытавших влияние вулканизма — кремнезема, железных руд, сульфидов меди и других металлов, бокситов, марганца, фосфоритов и бора. Рассматриваются процессы перемещения вулканического вещества на многие сотни и тысячи километров от места их возникновения. На примере Грузии автор предлагает классификацию вулканогенно-осадочных формаций.

В. В. Свиридов

Симферополь

¹ Термин «литогенез» состоит из двух греческих слов: литос — камень, в данном случае осадок; генезис — происхождение.



Общий вид Бюраканской
астрофизической обсер-
ватории

БЮРАКАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Академик В. А. Амбарцумян

Н. Л. Иванова

Кандидат физико-математических наук

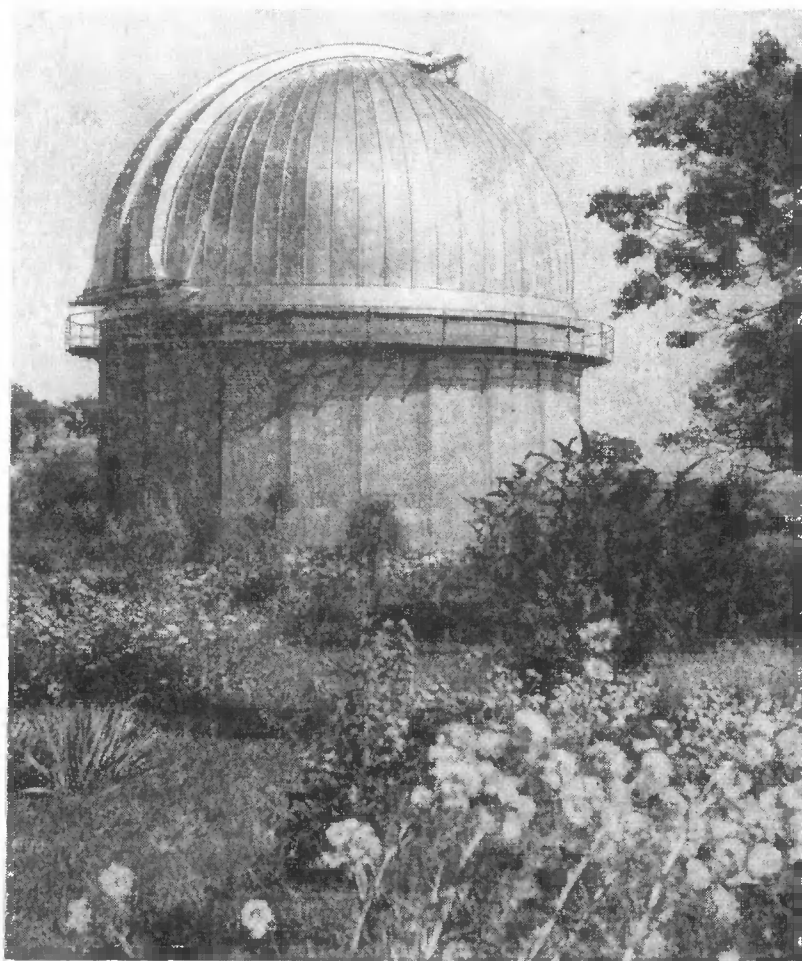
В 35 км к северо-западу от Еревана, на южном склоне горы Арагац, расположен научный городок Академии наук Армянской ССР — Бюраканская астрофизическая обсерватория.

Астрономы выбрали место, благоприятное со многих точек зрения для будущих исследований: значительная высота над уровнем моря (1400 м), большое число ясных ночей в году, широко открытый горизонт на юг.

В 1946 г. здесь началось строительство. Первым телескопом, на котором уже в 1946 г. велись фотографические наблюдения переменных звезд, был двойной светосильный

5-дюймовый астрограф. До конца 40-х годов постепенно вступали в эксплуатацию двойной 6-дюймовый астрограф с объективами Цейсса, использующийся для двухцветных наблюдений переменных звезд, 10-дюймовый телескоп, снабженный спектрографом с кварцевой призмой, дающий возможность изучать звезды ранних типов в ультрафиолетовой области спектра, 8—12-дюймовый телескоп с объективной призмой, на котором были начаты исследования звездных скоплений, ассоциаций, а впоследствии планетарных туманностей.

После установки в 1950 г. 16-дюймового



Башня 40-дюймового телескопа системы Шмидта

телескопа с электрофотометром в кассегрен-новском фокусе, в обсерватории интенсивно ведутся фотоэлектрические (поляризметрические и колориметрические) исследования звезд. Эти работы в настоящее время продолжаются в более широком масштабе на недавно установленном 20-дюймовом рефлекторе, изготовленном Ленинградским оптико-механическим объединением (ЛОМО).

Большая часть работ по колориметрическим наблюдениям скоплений, кометарных туманностей и значительная часть работ по галактикам выполняется на установленном в 1954 г. 21-дюймовом телескопе Шмидта, имеющем зеркало и коррекционную линзу одинаковых диаметров и снабженном также объективной призмой, позволяющей получать одновременно спектры нескольких сотен звезд. Этот телескоп, изготовленный на заво-

де того же Объединения, был в свое время самым крупным в СССР телескопом системы Шмидта.

Несколько лет назад на Бюраканской обсерватории был установлен весьма светосильный, дающий отличные по качеству изображения звезд, 40-дюймовый телескоп системы Шмидта. Этот инструмент имеет сферическое зеркало с диаметром 131 см и для исправления аберраций зеркала метровую коррекционную линзу (линза Шмидта). Телескоп снабжен тремя объективными призмами с различными дисперсиями. С этим инструментом можно получать прямые снимки звезд приблизительно до 21 величины и спектры одновременно нескольких тысяч звезд до 16 величины и даже слабее. Работа телескопа полностью автоматизирована; он снабжен фотогидом, что сильно облегчает труд астронома-наблюдателя. В основном на телескопе наблюдаются галактики, в меньшей степени звезды и туманности. Создание этого уникального инструмента (завод ГОМЗ) явилось крупным успехом советской оптико-механической промышленности. В настоящее время фирма ЛОМО изготавливает для Бюраканской обсерватории мощный современный рефлектор с зеркалом 2,6 м. В телескопе будут применяться несколько оптических систем: система прямого фокуса, система Несмита и система Куде. Вся работа на телескопе будет автоматизирована. Специальные установки поддержат постоянную температуру в башне, что значительно улучшит качество изображений в фокусе телескопа.

Установка в ближайшем будущем этого телескопа даст возможность бюраканским астрономам распространить свои исследования на очень отдаленные галактики, а также более детальнее изучать более близкие галактики, нашу Галактику и составляющие ее звезды.

Для наблюдения дискретных космических радиоисточников обсерватория располагает интерференционными радиотелескопами, которые позволяют вести исследования на волнах 0,5, 1,5 и 4,2 м. Наблюдения проводятся компенсационными и интерференционными методами, в частности широко применяется известный метод фазового переключения в интерферометре. Для наблюдений в метровом диапазоне длин волн был построен

большой интерференционный радиотелескоп с зеркалами — параболическими цилиндрами — площадью в 5000 м².

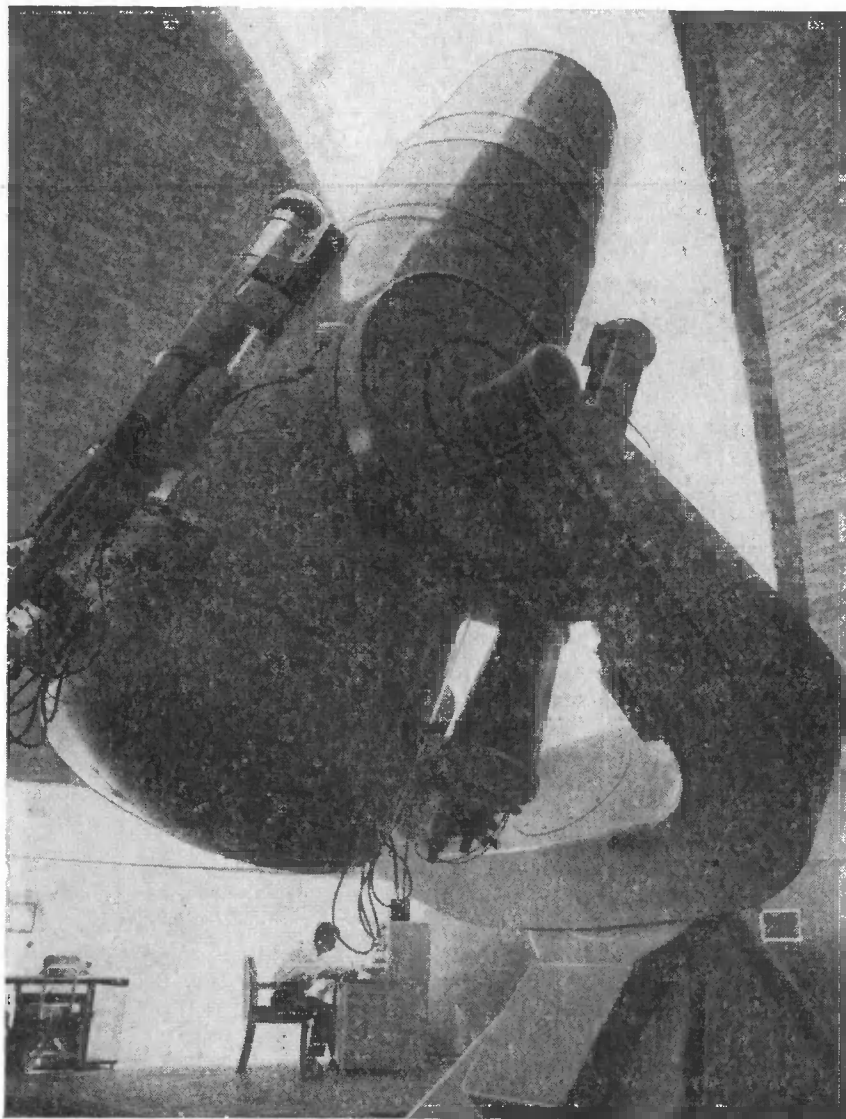
ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИКИ

Основное направление работ Бюраканской обсерватории — это исследование строения нашей Галактики и получившее значительное развитие в последние годы исследование Метагалактики.

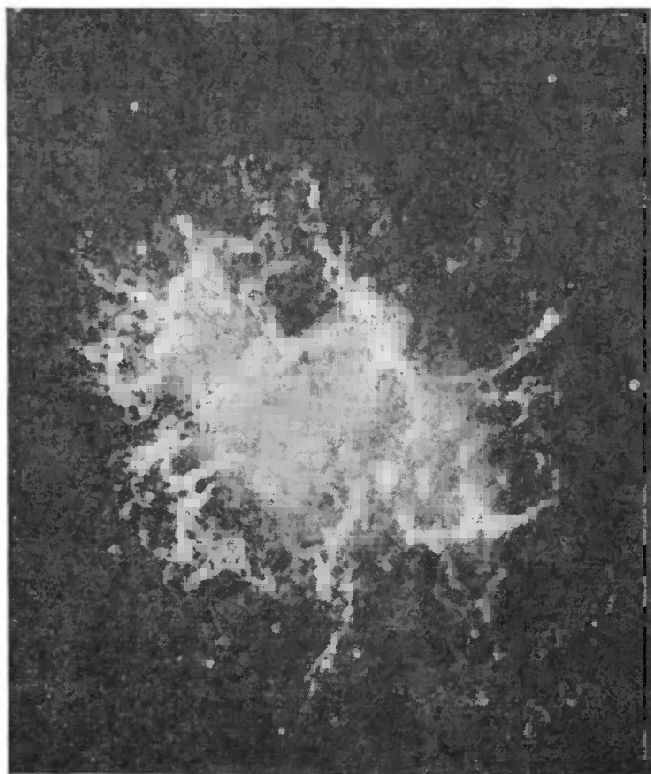
Как известно, наша Галактика — звездная система, к которой принадлежит и Солнце со своей планетной системой, — состоит из более чем сотни миллиардов звезд, движущихся вокруг общего центра тяжести. Среди такого множества членов Галактики наряду с одиночными звездами встречаются двойные, тройные, кратные, а также звездные скопления, которые делятся на два резко отличающихся типа: открытые и шаровые.

Открытые скопления, состоящие из нескольких десятков или сотен звезд, представляют собой системы, все члены которых связаны между собой силами притяжения. Каждая звезда, входящая в скопление, участвует в его движении вокруг центра Галактики и одновременно под действием остальных звезд скопления совершает движение внутри его. Вследствие случайных тесных взаимных сближений отдельные звезды скопления приобретают кинетическую энергию, достаточную для ухода из скопления. Так с течением времени происходит распад скоплений. Время, необходимое для такого распада, измеряется несколькими миллиардами лет, а если это бедное звездами скопление, то несколькими сотнями миллионов лет. Звезды малой массы — карлики, уходят из скоплений быстрее и скопление становится относительно бедным звездами-карликами.

Открытые звездные скопления, как, например, η и χ Персея, относительно богатые звездами-карликами, можно считать более молодыми, чем другие. Было замечено, что подобные скопления богаты горячими звездами высокой светимости — звездами типов О и В, звездами с яркими линиями и типа Р Лебеда. А так как известно, что из этих звезд происходит непрерывное истечение материи, которая за несколько миллионов лет была бы исчерпана вся, то их присутствие косвенно подтверждает молодость такого рода звездных скоплений.



Светосильный 40-дюймовый телескоп системы Шмидта



Крабовидная туманность — результат вспышки в 1054 г. Сверхновой

В 1947 г. в Бюракане было обращено внимание на существование рассеянных групп горячих звезд, обычно сосредоточенных вокруг одного или нескольких из таких скоплений. Эти группы оказались состоящими из слабо связанных между собой членов, весьма неустойчивы и по динамическим причинам они должны были бы распасться за несколько десятков миллионов лет. Такие недавно образовавшиеся неустойчивые и теперь распадающиеся группы звезд были названы звездными ассоциациями.

Дальнейшие исследования показали, что существует два типа звездных ассоциаций: О-ассоциации — рассеянные группы звезд спектральных типов О и В (содержащие также звезды других, более поздних спектральных типов) и Т-ассоциации — группы переменных звезд типа Т Тельца с неправильными изменениями блеска и яркими линиями в спектре.

Ассоциации, состоящие из звезд высокой светимости, могут содержать в себе ядра в виде открытых скоплений, кратных звезд и

звездных цепочек. Последние, как показали в дальнейшем исследования, часто также являются неустойчивыми образованиями.

Исходя из того, что дифференциальное галактическое вращение должно разрушать ассоциацию, можно оценить верхнюю границу их возраста. Оказалось, что эта верхняя граница порядка нескольких десятков миллионов лет, что по сравнению с возрастом Галактики (миллиарды лет) величина весьма малая. А если предположить, что кроме приливных существуют и другие силы, приводящие к расхождению звезд, то получаем для возраста ассоциаций величины, не превосходящие 10—20 млн. лет. Таким образом, звездные ассоциации суть весьма молодые образования. А так как на основании динамических соображений показано, что ассоциации не могли образоваться в результате случайных встреч звезд, то и звезды, составляющие как О-, так и Т-ассоциации, связаны единством происхождения и чрезвычайно молоды. Подтверждением крайней молодости этих звезд иногда может служить также мощное выбрасывание вещества с их поверхности.

На основании перечисленных и многих других наблюдательных фактов и теоретических расчетов, бюраканские астрономы пришли к фундаментальному выводу, что формирование звезд продолжается в Галактике и в нашу эпоху, причем возникновение звезд в ней происходит группами — ассоциациями.

Дальнейшее, более углубленное изучение ассоциаций позволило сделать целый ряд выводов, касающихся эволюции звезд и звездных систем. В частности, был рассмотрен вопрос о том, из чего возникают звезды. Так как почти во всех звездных ассоциациях одновременно со звездами присутствуют и туманности, то могло появиться предположение, что группы звезд возникают из них. Однако наблюдательные факты свидетельствуют об обратном: многие звезды ассоциаций выбрасывают в пространство диффузное вещество, и мы часто наблюдаем в ассоциациях удаляющиеся от центра туманные массы.

Некоторые туманности имеют симметричную, иногда даже кольцеобразную форму и расширяются со скоростями того же порядка, что и группы звезд в ассоциациях. Все это говорит в пользу совместного возникновения звезд и туманностей из дозвездной формы существования материи, названной в Бюракане протозвездной. Вещество протозвезд должно иметь необычайные свойства и,

в частности, обладать большими запасами энергии, большой массой и малым радиусом, т. е. огромной плотностью, возможно близкой к плотности атомных ядер.

В октябре 1951 г. в Бюракане состоялось Всесоюзное совещание, посвященное звездным ассоциациям, на котором большинство астрономов поддержало выдвинутые бюраканскими астрономами новые идеи о возникновении звезд в ассоциациях. В дальнейшем эти идеи получили широкое распространение и подтверждение в многочисленных работах советских и зарубежных астрономов.

В Бюраканской обсерватории, на основе полученного на рефлекторе Шмидта большого числа снимков открытых звездных скоплений, в том числе и тех, которые входят в состав ассоциаций в качестве их ядер, была разработана новая классификация скоплений и издан «Атлас открытых звездных скоплений различных типов».

Исследование звездных ассоциаций показало, что между О- и Т-ассоциациями существует связь, выражающаяся в том, что большое число переменных звезд типа Т Тельца входит также и в состав О-ассоциаций. Что же из себя представляют эти звезды?

Звезды типа Т Тельца — интересные нестационарные объекты, у которых переменность блеска сопровождается изменениями интенсивности ярких линий, цветовой температуры, а также интенсивности так называемой «непрерывной эмиссии». Это интересный тип излучения, который накладывается на обычный спектр звезды и закрывает линии поглощения. По временам непрерывная эмиссия бывает очень сильной, особенно в ультрафиолетовой части спектра.

Оказалось, что такое же явление свойственно и переменным звездам крайне низкой светимости типа UV

Кита, вспыхивающим звездам и родственным с ними объектам Хербига-Харо (туманные тела, которые, возможно, содержат в себе еще не полностью оформившиеся звезды).

Явление непрерывной эмиссии в нестационарных звездах вызвало большой интерес в Бюракане, а подробное исследование этого вопроса привело к значительному изменению взглядов на природу источников звездной энергии.

Оказалось, что при вспышках звезд типа UV Кита выделяемое количество энергии настолько велико, что их светимость за



Спиральная галактика в созвездии Треугольника (M33)



Двойная галактика в созвездии Гончих Псов (M51)

время, исчисляемое иногда минутами, возрастает в фотографических лучах в десятки и даже сотни раз. Удивительную кратковременность этих вспышек невозможно объяснить повышением температуры какой-либо части фотосферы звезды вследствие притока тепла изнутри: на это потребовалось бы много времени. Приходится допустить, что непрерывное излучение возникает непосредственно в самих наружных слоях звезды или, может быть, над обращающим слоем, и основная часть энергии вспышки доставляется каким-то неизвестным образом (только не путем теплопередачи или лучистого переноса) из внутренних слоев звезды в самые наружные области ее атмосферы. Таким образом, происходит как бы выброс из внут-

ренних слоев звезды некоторой части внутризвездного вещества, являющегося источником внутризвездной энергии, процесс освобождения которой, возможно, связан с образованием неустойчивых, быстро распадающихся новых атомных ядер.

В 1956 г. в Бюраканской обсерватории состоялось совещание по нестационарным звездам, в работе которого приняли участие советские и иностранные ученые. Центральной проблемой, обсуждаемой на этом совещании, была проблема нетеплового излучения звезд.

К числу крупных открытий, произведенных в Бюраканской обсерватории, имевших большое влияние на развитие современной астрофизики, следует отнести установление в 1954 г. на основе точных электрофотометрических наблюдений, сильной поляризации света Крабовидной туманности. Известно, что эта туманность образовалась в результате происшедшей в 1054 г. вспышки Сверхновой, зарегистрированной в свое время в китайских летописях. Это открытие оказалось в соответствии с представлением, согласно которому излучение Крабовидной туманности исходит от электронов высокой энергии движущихся в магнитном поле. Нашими астрономами были выполнены в дальнейшем подробные исследования излучения, исходящего от различных частей этой туманности.

МЕТАГАЛАКТИКА

За последние два десятилетия, благодаря накоплению многочисленных наблюдательных данных и появлению ряда интересных теоретических работ началось бурное развитие внегалактической астрономии. Этому немало способствовала установка новых мощных зеркальных и радиотелескопов. Наконец-то астрономы получили возможность собирать богатую информацию о небесных объектах, находящихся от нас на расстояниях миллиардов световых лет!

Цель внегалактической астрономии — как можно глубже понять законы развития галактик и их скоплений и, исходя из этих законов, сделать вывод о строении Вселенной и закономерностях развития вещества в ней.

Наиболее важным результатом внегалактической астрономии является то, что подобно тому, как большая часть материи нашей Галактики сосредоточена в звездах, так и подавляющее большинство всех звезд Все-

ленной входит в состав огромных звездных систем — галактик.

Что же известно о галактиках в настоящее время?

Оказалось, что как численность звездного населения, так и размеры и структура разных галактик весьма различны. Существуют карликовые и субкарликовые галактики, которые состоят всего лишь из нескольких миллионов или даже десятков тысяч звезд и имеют диаметры порядка нескольких световых лет. Примером таких галактик может служить карликовая система в Скульпторе. С другой стороны, существуют гигантские и сверхгигантские галактики, содержащие сотни миллиардов звезд и имеющие диаметры ~150 000 световых лет. Характерные представители галактик этого типа — находящиеся в центре скопления в Волосах Вероники две яркие галактики NGC 4874 и 4889. Наша Галактика, например, содержит более ста миллиардов звезд, а соседняя галактика М 31 (туманность Андромеды) имеет больше 400 млрд. звезд.

Кроме сверхгигантских и карликовых, существуют также галактики умеренных размеров, которые состоят из нескольких сот миллионов или миллиардов звезд.

Разительно различие галактик по структуре: имеются сферические, эллипсоидальные и спиральные, с исключительно большим разнообразием в морфологии.

Весьма важно, что большинство существующих звезд сосредоточено в относительно малом числе сверхгигантских и гигантских галактик и, следовательно, в последних содержится основная часть массы Вселенной.

Подобно тому, как звезды входят в состав галактик, последние, в свою очередь, входят в состав таких систем галактик, как скопления галактик, группы галактик и кратные галактики. Примерами скоплений галактик могут служить богатые скопления в созвездиях Девы и Волосы Вероники.

Скопления галактик разделяются на два типа: сферические скопления с симметричным распределением галактик вокруг центра, состоящие в основном из эллиптических галактик и скопления неправильной формы, состоящие из спиральных галактик.

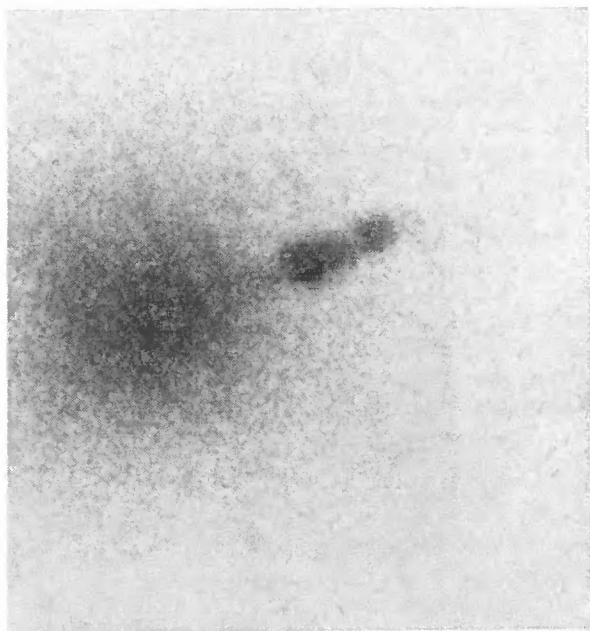
В первом приближении галактики — это изолированные друг от друга системы, однако в некоторых случаях эта изолированность нарушается. Так, например, существуют взаимодействующие галактики, находящиеся

либо в общей оболочке, либо связанные между собой мостиками и перемычками, которые, по-видимому, образовались в результате процесса их совместного возникновения. Очень обширные работы по изучению взаимодействующих галактик были выполнены в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга. Существуют и так называемые радиогалактики — небольшое число галактик, мощность радиоизлучения у которых почти сравнима с мощностью светового излучения. Было высказано предположение, что они являются результатом случайного столкновения двух независимых галактик, а источником их радиоизлучения служит энергия столкновения двух газовых масс, входящих в каждую из галактик. Однако в Бюраканской обсерватории более десяти лет назад возникло совсем другое представление о природе радиогалактик.

В процессе изучения выяснилось, что все известные радиогалактики — сверхгиганты и обычно самые яркие в тех скоплениях галактик, к которым они принадлежат. Известно также, что число карликовых галактик значительно превышает число гигантов и сверхгигантов, и поэтому вероятность столкновения между карликами будет значительно больше, чем между сверхгигантами. Следовательно, на основании теории столкновений совершенно невозможно объяснить отсутствие среди радиогалактик умеренных по размерам и карликовых галактик. Эти и подобные им статистические соображения позволили отвергнуть гипотезу столкновений.

Радиогалактики, — это по-видимому, некоторый, возможно очень короткий, этап в процессе внутреннего развития галактик-сверхгигантов, так как облака частиц высоких энергий в них, которые ответственны за испускаемое радиоизлучение, быстро теряют свою энергию и рассеиваются. Для этого необходим, обычно, промежуток времени, равный по порядку одному миллиону лет, что по сравнению с продолжительностью жизни самой галактики — величина незначительная. Весьма возможно, что большая часть галактик-сверхгигантов, а может быть и все, проходят через стадию радиогалактики и не исключено, что эти явления «радиовспышек» повторяются в них.

Где же находятся источники энергии этих радиовспышек галактик? Нетрудно показать, что таким источником не может являться активность отдельных звезд: энергия, которая может быть ими выделена, относительно



Ядро радиогалактики Дева А (М 87) с выбросами

невелика. Поэтому трудно искать эти источники в общем звездном поле галактики. Приходится искать их там, где имеются необычные условия. Такие необычные условия мы видим в ядрах галактик. С другой стороны, за последнее время стало очевидно, что вообще ядра являются источником многих других весьма мощных процессов, связанных с образованием сгущений и струй, спиральных рукавов и даже целых новых галактик в недрах уже существующих.

Эти обстоятельства и многие другие привели в Бюраконе к представлению, что облака частиц высоких энергий выбрасываются из ядер галактик вследствие происходящих в них мощных взрывов, с которыми связано освобождение больших масс энергии, равных (по порядку величины) от 10^{58} до 10^{60} эрг.

Превращение обычной галактики в радиогалактику — не единственно возможное следствие взрыва: в ядрах галактик возможны взрывы, которые приводят к совсем другим изменениям. Так в Бюраконе было обращено внимание на необычную физическую природу иррегулярной галактики М 82 и на основании динамических соображений было высказано мнение, что этот объект должен быть молодой звездной системой. Впоследствии А. Сэндидж и К. Линдс, подробно исследовав

эту галактику¹, нашли в ее наружных частях систему волокон, состоящих из газа. По величине смещения эмиссионных линий водорода в их спектре относительно нормального положения можно прийти к заключению, что полтора миллиона лет назад волокна были выброшены из центральной части галактики, т. е. полтора миллиона лет назад в ядре галактики М 82 произошел взрыв.

Открытие американских астрономов послужило прекрасным подтверждением развитого ранее в Бюраконе представления об активной роли ядер в эволюции галактик, согласно которому ядра галактик могут взрываться, делиться и выбрасывать большие массы материи.

Обнаружение выброса больших масс газа из ядра заставляет по-новому рассмотреть вопрос о возникновении значительных масс межзвездного газа в галактиках. Весьма возможно, что главным поставщиком газовой массы и служат ядра галактик, причем следует принимать во внимание как взрывы, так и непрерывное истечение. Так, например, голландскими астрономами было установлено непрерывное истечение материи из ядра нашей Галактики.

СТРУКТУРА ГАЛАКТИК И ИХ ЯДРА

Изучение структуры галактик вообще и нашей Галактики в частности привело к представлению о существовании в каждой галактике большого числа взаимопроникающих друг в друга субсистем с весьма различным по физической природе звездным населением. Эти свойства стали известными благодаря работам советского астронома Б. В. Куаркина, а также Б. Линдблада (Швеция) и В. Бааде (США).

Наша Галактика, например, состоит из следующих подсистем: спиральные рукава, диск и сферическое гало. Развитие этих подсистем, а также их происхождение идет до некоторой степени независимо друг от друга. На основании многочисленных исследований можно прийти к следующему представлению о возникновении различных частей каждой галактики: ядро, выбрасывая время от времени большую массу материи, создает постепенно вокруг себя галактику, состоящую в зависимости от масштаба и начальной скорости выброса из различных подсистем. Если принять эту точку зрения, то отсюда следует,

¹ См. «Природа», 1965, № 7, стр. 41—53.

что в самой ранней стадии развития галактика имела только ядро и не имела окружающего его обычного звездного населения. В таком случае, из чего же состоят ядра и какова их природа? Эта проблема занимает теперь видное место в работах Бюраканской обсерватории. Однако относительно небольшие размеры ядер и недостаточная разрешающая сила наших инструментов не позволяют прямо решить этот вопрос. Необходимо терпеливое и кропотливое собирание фактов об активности ядер, об их интегральных свойствах.

До недавнего времени считали, что ядра галактик состоят почти исключительно из звезд. Однако с динамической точки зрения спонтанное деление системы, состоящей из одних лишь звезд, невозможно, а на самом деле происходит не только деление ядер галактик, но еще и истечение вещества спиральных рукавов, а также радиальных струй, содержащих в себе сгущения. В тех случаях, когда наблюдается непосредственное истечение вещества из ядра (например, струи в NGC 4486 и 3561), мощность его определяется миллионами масс Солнца за миллион лет. Это говорит об огромной массе, что не вполне соответствует данным о массах ядер, полученным из динамических соображений. Эти трудности могут быть преодолены только путем изменения представления о ядре как о звездной системе. Приходится, в частности, допустить, что ядра галактик иногда содержат весьма массивные тела, которые способны не только делиться на части, но и выбрасывать сгустки материи, имеющие массы, во много раз превосходящие массу Солнца. По истечении некоторого времени эти сгустки могут прийти в квазистойчивое состояние под влиянием собственного притяжения, т. е. превратиться в звезды. Не исключено, что в ядрах происходят и более глубокие физические процессы, отличающиеся от тех, которые охватываются современными физическими и астрофизическими теориями.

Итак, ядра имеют малые размеры и высокую плотность. Поскольку процессы рождения новых галактик и спиральных рукавов не могут происходить за счет звездного населения обычного типа, заключенного в ядрах, мы должны допустить, что ядра могут содержать значительные массы дозвездного вещества.

Однако все это лишь первые догадки о механизме происхождения галактик. Более достоверные и подробные сведения могут быть получены только на основании тщательного изучения распределения звезд различных физических типов в каждой из галактик. Для этого необходимы детальные фотометрические и колориметрические исследования этих систем. Исходя из этого, в Бюракане ведутся обширные исследования индивидуальных галактик, позволяющие лучше понять состав и распределение звездного населения в них. Иными словами, выполняемая программа работ имеет целью прибавить к многочисленным данным о взрывных явлениях в ядрах статистические и фотометрические сведения, характеризующие «спокойную» жизнь отдельных галактик.

Особое внимание следует уделить недавно открытым квазизвездным объектам, представляющим собой тела, испускающие больше световой энергии, чем целые гигантские галактики, но имеющие очень небольшие по сравнению с ними размеры. Явления, протекающие в квазизвездных источниках, во многом напоминают активность ядер галактик. Поэтому, образно говоря, каждый такой квазизвездный источник представляет собой как бы изолированное ядро галактики, лишенное периферических частей и находящееся в фазе крайней активности.

Бюраканские астрономы рады, что идеи об активности ядер галактик, вышедшие когда-то из недр этой обсерватории, получили широкое развитие.

УДК 522.1

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 8 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

Академик И. П. Герасимов. САХАЛИН И КУРПЛЫ

Д. Я. Зильманович. ИДЕЯ ЦАНДЕРА О «СОЛНЕЧНОМ ПАРУСЕ»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ

Г. Н. Зубенко, А. С. Кардашева

Москва

Важнейшая черта, характеризующая основное направление развития современных теоретических представлений — это все более широкое использование математики. Еще К. Маркс считал, что наука только тогда достигает совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой¹. Несомненно, в наше время зрелость естественнонаучных теорий может быть еще в большей мере определена степенью привлечения математического аппарата.

Начавшийся процесс математизации биологии указывает на достижение этой наукой порога теоретической зрелости, например, уже давно преодоленного физикой. Ныне среди многочисленных методов познания биологических процессов важное место занимает математическое моделирование. Этот метод — одна из самых перспективных форм взаимодействия математики и биологии.

На стыке двух фундаментальных наук — биологии и математики — вырабатываются новые понятия, обобщения и методы, позволяющие познавать явления жизни со все возрастающей степенью точности и глубины.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Каковы же наиболее плодотворно развивающиеся направления математического моделирования? Они были сформулированы в

докладе А. А. Ляпунова на состоявшейся в марте 1966 г. в Институте философии АН СССР теоретической конференции по математическому моделированию жизненных процессов.

Аналитические модели биологических обществ. К ним относятся математическая теория борьбы за существование, разработанная Вольтерра в 20-х—30-х годах, математическая теория биогеоценозов, над которой успешно трудится сейчас И. А. Полетаев с сотрудниками.

Статистические модели в генетике. Оказывается возможным рассчитать вероятности получения тех или иных генотипов при определенных системах скрещивания, т. е. разработать математические модели селекции. Сюда же относится генетическая алгебра В. И. Гливенко, дающая возможность решать теоретико-вероятностные задачи в теоретической генетике.

Математические модели природных популяций, а также модели эволюции, в частности, микроэволюции отдельных популяций.

Расшифровка информации в биоэлектрических записях. Особенно перспективны те пути, которые связаны с получением при помощи математических методов совершенно новых физиологически значимых характеристик биоэлектрического процесса, недоступных или труднодоступных для визуального анализа. Примером такого рода может служить интегрирование электромиограммы.

¹ См. Воспоминания о Марксе и Энгельсе. Госполитиздат, 1956, стр. 66.

Оказалось, что площадь электромиограммы (ЭМГ) прямо пропорциональна силе, развиваемой мышцей. Отсюда стало возможно путем интегрирования ЭМГ количественно охарактеризовать функциональную активность мышцы.

Математическое моделирование структуры и механизмов работы некоторых нейрофизиологических систем (Б. И. Балантер). Случайный характер процессов как на входе, так и на выходе одиночных элементов и целой системы (где суммарный сигнал также является случайным процессом) служит основанием для анализа нейросистем вероятностно-статистическими методами.

Переход к математическому исследованию новых материальных объектов и систем всегда был связан с выдвиганием на передний план отдельных математических дисциплин, наиболее тесно связанных разработкой новых математических теорий. Но выработка адекватного математического аппарата возможна лишь на базе применения старых математических методов к новым объектам, накопления громадного эмпирического материала и последующего обобщения полученных результатов. Разумеется, это не исключает возможности использования имеющегося аппарата математики — тех ее разделов, которые наиболее соответствуют специфике биологических объектов. Например, для ряда физиологических задач представляется возможным использование теории игр и теории автоматов.

При этом нельзя не отметить некоторых трудностей психологического характера. До сих пор еще наблюдается известное расхождение между биологами и математиками. Одна из главных причин этого — недостаточность математических знаний у биологов. В программах медицинского, биологического и сельскохозяйственного образования математика занимает ничтожно малое место.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Преимущества математического моделирования перед экспериментом и даже вещественно-техническим моделированием бесспорны. Моделирование в числах и символах гораздо удобнее и компактнее. К тому же символика математических выражений способствует предельно точному пониманию передаваемой информации теми, для кого она предназначена.

Наконец, исключительно важное значение

математических моделей заключается в том, что они не обладают никакими другими свойствами, кроме сознательно предусмотренных. Вместе с тем надо указать на другую важную причину насыщения биологических исследований методами математики, а именно, — на возрастающую ненадежность чисто качественных понятий и построений. Удлинение цепей доказательных построений, включающих все большее число элементарных логических шагов, неизбежно приводит к накоплению неточностей и неоднозначностей, присущих всякому качественному понятию; на определенном этапе убедительность логики данного построения может стать весьма сомнительной. Поэтому для дальнейшего развития моделирования важное значение приобретает анализ таких понятий, как модель и теория, познание и моделирование.

Принципиальная и практическая вредность многозначного понимания научных терминов, связанная с отсутствием их точных дефиниций, понятна. Тем не менее в литературе¹ можно найти описание и анализ нескольких десятков различных пониманий одного только термина «модель». Нельзя сказать, чтобы конференция навела логический и методологический «порядок» в этой области, зато четко была выявлена назревшая необходимость обсуждения проблем подобного рода.

Моделирование не должно избавлять от необходимости фактического истолкования внутренней структуры объектов. В противном случае модели могут превратиться в пустые абстрактные конструкции, далекие от того, чтобы служить задачам специального научного исследования.

Новый этап в изучении объектов живой природы, связанный с ее математизацией, характеризуется несколько противоречивой ситуацией. С одной стороны, математическое моделирование жизненных процессов призвано вскрыть те внутренние механизмы функционирования сложных биосистем, расшифровка которых на уровне чисто описательных средств явно невозможна. А с другой стороны, само математическое моделирование возможно лишь при минимальном знании свойств и структуры объекта, поведение которого требуется промоделировать. Построение математических моделей нейро-гуморальных регуляций, например,

¹ Математическая логика и ее применения. «Мир», 1965, стр. 290—292.

затрудняется недостаточно полным знанием интимного механизма действия гормонов на различных структурных уровнях, — положение, при котором не спасает даже обилие богатого феноменологического материала. Поэтому сближение математики и биологии должно стать движением от объектов и уровней организации и упорядоченности в живой природе и от математических методов и математических идей, которые могут быть использованы в данной области. Поскольку математика при всем ее могуществе остается средством познания природы объектов, а целью продолжает оставаться живая природа как исходный и конечный пункт познания, то решающей стороной исследования, по-видимому, следует признать изучение собственных биологических закономерностей. В связи с этим в тезисах доклада Н. А. Бернштейна на упомянутой нами теоретической конференции четко прозвучала мысль о выращивании новых, биологических глав математики *изнутри*, из самого *существа* тех вопросов, которые ставит перед нами наука о жизнедеятельности.

На конференции было подчеркнуто требование двигаться от предмета исследования, т. е. биологических объектов, от их внутренней специфики, от сущности функционирования живых систем, качественно отличающихся от объектов неживой природы. Только на этом пути возможна выработка адекватного математического аппарата. Имея в виду именно последнее, И. А. Полетаев сказал в своем выступлении, что «знание математики для «моделистов» нужно лишь в той мере, в какой нужен русский язык не лингвисту. Знание предмета, умение проникнуть в сущность явления — вот что оказывается самым существенным для модели».

Что касается непосредственных целей математического моделирования биологических явлений, то они сводятся (по докладу А. А. Ляпунова) к суждению о полноте имеющихся представлений — возможности построения замкнутой автономной модели; проверке конкретных гипотез о природе явлений; предсказанию новых явлений; выяснению необходимости постановки новых экспериментов.

Поскольку возникновение нового может быть объяснено лишь при условии раскрытия присущих биологической системе объективных возможностей, реализующихся с некоторой вероятностью, математическая модель данного процесса будет тоже стохастической.

Это обуславливает возможность использования математических методов, способных отразить качественную специфику конкретного моделируемого явления.

Одним из распространенных средств вероятностной математики, используемых в современном естествознании, являются «марковские цепи», служащие самой общей характеристикой процессов развития. «Марковские процессы» — это процессы, в которых вероятность очередных состояний, находящихся достаточно далеко от первоначального, является независимой от него, т. е. они отличаются своеобразной «забывчивостью» по отношению к первоначальным состояниям. Однако для различных биологических объектов существенна именно обусловленность их текущих состояний прошлыми, что значительно ограничивает сферу применимости «марковских цепей» в биологии. Вместе с тем значительный интерес может представить, как отмечалось на конференции, рассмотрение с позиции «марковских цепей» процесса эволюции. Важнейшая задача теории этого процесса заключается в изучении эволюции управляющих систем, функционирующих в организме.

ШТУРМ ТВЕРДЫНЬ БИОЛОГИИ

Интересно рассмотреть те трудности, с которыми сталкивается математик при «штурме твердынь» биологии.

Прежде всего следует сказать, что любая биологическая особенность оказывается функцией многих, иногда даже очень многих переменных. Биологические константы постоянно варьируют и само установление их часто возможно только методами статистических выкладок — ситуация, почти незнакомая физикам или инженеру, так как получение ряда постоянных для их построений — дело сравнительно нетрудное (Б. И. Быховский). Помимо этого связи между разнородными составляющими биологических объектов очень разнотипны и их число непомерно велико. Удельный вес процессов, характеризующихся взаимной независимостью и однородностью, по сравнению, например, со статистической физикой, в биологических объектах значительно меньше. На первый план здесь обычно выступают структурные связи, особенностью которых является сложный характер взаимодействия и взаимовлияния процессов не только в пределах одного

уровня (например, между клетками определенной ткани), но и в пределах различных уровней.

Это создает и трудность другого рода, в которую, по сути дела, упирается моделирование: выделение относительно устойчивых и относительно независимых объектов, которые можно было бы считать элементарными, а также выделение актов, выполняемых этими объектами, которые тоже можно было бы считать нерасчлененными. Причем, речь идет о выделении специфически-биологического элементарного объекта, одинаково характерного и для дождевого червя и для такого высокоорганизованного существа, как человек. Трудность, очевидно, заключается не столько в самом выделении такого объекта, сколько в обосновании теоретического права выделения в качестве элементарного именно данного объекта. С точки зрения произвольного выбора на «элементарность» может претендовать в равной степени и ген, и клетка, и орган, и отдельный организм. Это выделение элементарных актов, осуществляемых относительно неделимыми устойчивыми и независимыми объектами является теоретическим обоснованием права «перевода» результатов исследования модели на моделируемое явление. Без этого математическая модель, по-видимому, утратила бы свое специфическое познавательное значение, ибо она перестала бы быть источником информации о действительно живом объекте.

Следует отметить также трудность, с которой математика не встречалась в живой природе, — это своеобразие структурной архитектуры живых систем, которая заключается в сложном переплетении иерархических уровней биологической организации. Более высокие уровни организации, включая управляющие, вопреки своему «верховному» положению, продолжают оставаться зависимыми в некоторой, часто существенной, степени от нижележащих уровней. Примером могут служить так называемые «молекулярные болезни» в медицине, когда «полом» на молекулярном уровне ведет к расстройству работы органа и всего организма. Взаимное иерархическое подчинение распространяется при этом и на процессы управления в живых системах. Комплексы взаимодействующих управляющих систем в живой природе направлены на поддержание устойчивости жизненных процессов, на выработку сохраняющих реакций. Но специфика живых систем не ограничивается действием принципа го-

меостатического (сохраняющего) управления. При более существенных изменениях среды организм вынужден мобилизовать свои ресурсы не только на сохранение, но и на существенную реорганизацию в результате перехода к новым способам и уровням управления¹.

Едва ли не решающее отличие живых организмов от каких-либо объектов неживой природы заключается в целесообразности присущих им устройств и процессов. Главной и определяющей чертой живых систем выступает их активность, т. е. динамика целенаправленной борьбы посредством целесообразных механизмов» (Н. А. Бернштейн).

Несомненно, любая попытка моделирования биологических процессов должна учитывать и эту специфическую черту организмов.

Динамическое понимание структуры, не в смысле строения, не в смысле вещи, а в смысле свойств как определенной упорядоченности процессов, особенно доказывает свою правомерность на уровне клетки и молекулярных процессов. Сейчас многие жизненные процессы (подвижность живого, его изменчивость вообще) связываются со свойством биополимеров упаковываться, скручиваться. В интересном выступлении В. Л. Рыжкова на конференции в Институте философии было отмечено, что спиральная структура, по-видимому, позволяет наиболее логично выявить связь структуры и функции. А сами полимерные спирали дают возможность накопления огромной информации.

Рассматривая трудности математического моделирования, отметим, наконец, что преимуществу, связанные с информационными процессами, заключаются в той компактности информации, которая характерна для генетического кода. В молекулярных структурах записана вся исходная информация, отображающая главные результаты прошлой эволюции и программирующая основные линии индивидуального поведения и филогенетическую преемственность. Те успехи, которые связаны в биологии с открытием генетического кода, могут, при условии излишней «доверчивости» со стороны математиков, привести к недооценке взаимодействия живой системы и внешней среды, взаимодействия, которое корректирует программы, закодированные в молекулах ДНК. К. Кэксер остроумно заметил по этому поводу, что «гены в

¹ См. М. Ф. Веденов, В. И. Кремьянский. О специфике биологических систем. «Вопросы философии», 1965, № 1.

свете той роли, которую они играют в наследственности, являются не столько диктаторами, сколько государственными служащими, выполняющими свою работу в рамках определенных традиций. Мотивы выполнения некоторых действий исчезли, но гены как добропорядочные служащие часто продолжают свою работу и приспосабливаются к новым условиям»¹.

¹ К. Кежсер. В сб. «Моделирование в биологии», т. III, Л., 1963, стр. 63.

Простое перечисление трудностей, с которыми встречается математическое моделирование жизненных процессов, приводит к одному выводу — успех ждет лишь на пути детального выяснения специфики биологических объектов, фактической стороны дела. Попытки выхватывания отдельных биологических актов для моделирования были бы одинаково бесполезны и для математиков, и тем более для биологов.

УДК 519.95.57

НЕЙРОСЕКРЕЦИЯ

Е. А. Моисеев

Кандидат биологических наук

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. Н. М. Сеченова АН СССР
(Ленинград)

С тех пор как удалось проникнуть в тайны работы центральной нервной системы, стало привычным видеть в ней самый сложный механизм, обеспечивающий взаимоотношения животного с окружающим миром, регулирующий и координирующий деятельность всех частей живого организма между собой. Во всем многообразии форм регуляции жизненных процессов нервной системе принадлежит особенно важная роль — передача срочной информации, требующей быстрого ответа.

Наряду с этой, по образному выражению А. А. Ухтомского, «телеграфической» связью, в организме животного широкого распространены и многообразны так называемый гуморальный способ регуляции, когда управление жизненными явлениями осуществляется преимущественно через химические реакции, протекающие в жидких средах тканей и органов тела, т. е. гуморальным путем (гумор — по-латински — влага, жидкость). Отличительная особенность гуморальной регуляции — более медленное и длительное ее осуществление. Если для передачи нервной информации нужны доли секунды, то гуморальная передача требует интервалов, исчисляемых в лучшем случае минутами. Продолжая образное сравнение, гуморальную связь можно было бы уподобить почтовой.

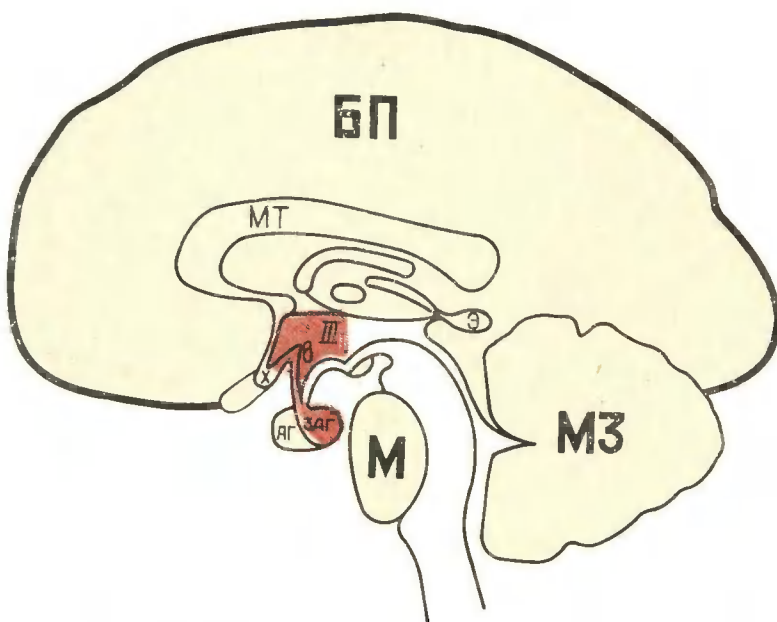
Нужно оговориться: такое разделение является в значительной степени схемати-

зацией, необходимой для большей наглядности. На самом же деле в нервной регуляции всегда участвует и гуморальное звено, а гуморальная регуляция, в свою очередь, в большинстве случаев подчиняется нервным приказам. В организме животного обе формы регуляции жизненных процессов тесно переплетаются, и чем выше стоит животное по своему развитию, тем сильнее это сказывается.

Недавно открыто, что сама центральная нервная система (головной и спинной мозг) включает в себе отделы, представляющие собой в функциональном отношении секреторный орган, вырабатывающий специфические продукты, которые обладают способностью регулировать деятельность различных органов и систем. Они оказывают сильное биологическое действие в минимальных дозах, т. е. проявляют свойство, характерное для гормонов (веществ, вырабатываемых эндокринными железами). Таким образом, применительно к центральной нервной системе мы получаем право говорить об ее эндокринной (нейроэндокринной) функции, а выработку гормональных продуктов называть нейросекрецией (французские ученые предложили термин нейрокриния).

Рассмотрим функцию нейросекреции на одном из примеров, в настоящее время достаточно хорошо изученном как по строе-

Рис. 1. Продольный (сагиттальный) разрез головного мозга человека. Схематически показана (закрашена красным) область расположения нейросекреторной гипоталамо-гипофизарной системы. БП — большие полушария головного мозга; МЗ — мозжечок; МТ — мозолистое тело; в — воронка гипофиза; х — перекрест зрительных нервов; ЗДГ — задняя доля гипофиза; АГ — аденогипофиз; М — мост; э — эпифиз; III — третий желудочек мозга



нию, так и по функциональному значению. Это гипоталамо-гипофизарная¹ нейросекреторная система, которую мы находим у всех позвоночных животных и у человека (рис. 1).

Учение о нейросекреции головного мозга устанавливает, что у позвоночных животных гипоталамо-гипофизарная система служит центральным регулятором деятельности различных систем в организме. В одном из древнейших по своему развитию отделов стволовой части — в промежуточном мозге — находятся скопления клеток, так называемые ядра — супраоптическое и паравентрикулярное, получившие эти названия по своему расположению: первое над зрительным трактом, второе — по сторонам третьего желудочка мозга.

ГОРМОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

Обладая основными характеристическими чертами строения обыкновенных нервных клеток, нейросекреторные клетки обнаруживают ряд особенностей, связанных со способностью вырабатывать гормоны. До сих пор не решен вопрос о происхождении этих клеток, т. е. можно ли считать их истинными нервными клетками — н е й р о н а м и или это видоизмененные секреторные клетки, каковыми в мозгу являются клетки эпандимы, выстилающие стенки полостей мозго-

вых желудочков. Во всяком случае, некоторые исследователи занимались изучением электрических характеристик этих клеток и признают за ними сходство с истинными нейронами. Отличительным признаком нейросекреторных «ядер» служит более компактное расположение в них клеточных тел по сравнению с другими отделами мозга, а также более обильное снабжение их кровеносными сосудами.

Образующиеся в теле нейросекреторных клеток зерна нейросекрета — белковой природы (полипептиды). Несмотря на многообразие своего физиологического действия, все они близки по химической структуре, состоят из сходной цепи девяти аминокислот, расположенных в определенном порядке. Меняются только две аминокислоты, стоящие в третьем и восьмом положении. Для них характерно большое содержание серы, вследствие чего, при гистохимических реакциях на SH и SS, их расположения резко выделяются. Это связано с высоким содержанием (более 16%) аминокислоты цистина.

Гранулы нейросекрета переносятся по отросткам нейросекреторных клеток в различных направлениях. Главный путь представляет собой отростки, образующие гипоталамо-гипофизарный трактат. На рис. 2 показано пунктирными линиями, как отростки из паравентрикулярного (ПВ) и супраоптического (СО) ядер, собираясь вместе, образуют гипоталамо-гипофизарный тракт, направляющийся к воронке гипофиза.

¹ Гипоталамус — часть головного мозга, расположенная под зрительными буграми. Гипофиз — железа внутренней секреции, нижний мозговой придаток.

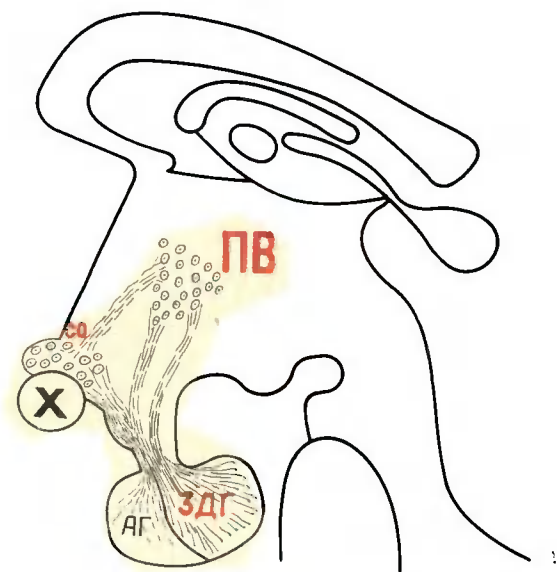


Рис. 2. Тот же участок, который на рис. 1 закрашен красным, — в увеличенном виде. Расположение частей гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы. На схеме: ПВ — паравентрикулярное и СО — супраоптическое клеточное скопление. Х — перекрест зрительных нервов. ЗДГ — задняя доля гипофиза (главная часть нейрогипофиза). АГ — аденогипофиз (передняя доля гипофиза). Пунктирными линиями показан гипоталамо-гипофизарный тракт — пучки волокон, соединяющие тела нервных клеток СО и ПВ с гипофизом

Теперь мы уже знаем, что большая часть отростков нейросекреторных клеток несет гранулы секрета в нейрогипофиз и откладывает их в главной его части (ранее ее называли задней долей гипофиза), вокруг кровеносных сосудов (гипоталамо-нейрогипофизарная нейросекреторная система). Отсюда нейросекрет расходится по мере возникающей в организме потребности, поступая в кровь.

Но некоторая часть отростков нейросекреторных клеток из состава гипоталамо-гипофизарного тракта заканчивается вокруг кровеносных сосудов стенки воронки гипофиза, не доходя до главной части нейрогипофиза. Кровеносные сосуды этой области принадлежат так называемой «чудесной сети» сосудов гипофиза, которая в отличие от обычной сосудистой сети дважды распадается на капилляры. Капилляры служат местом наиболее активного обмена вещества между кровью и тканями. В данном случае, подобное устройство сосудистой сети обеспечивает всасывание в кровь приносимого к

сосудам нейросекрета и отдачу его из крови в аденогипофизе; здесь нейросекрет регулирует выработку и выделение гормонов последнего (гипоталамо-аденогипофизарная нейросекреторная система).

Помимо указанных путей выведения, обеспечивающих регуляцию уже изученных функций, есть и другие, например, выделение нейросекрета в спинномозговую жидкость, транспорт нейросекрета в другие отделы головного мозга. Значение этого процесса сейчас еще не вполне ясно.]

ГОРМОНЫ

Гормональные вещества, содержащиеся в нейросекрете, можно разделить на две группы, соответствующие подразделению на гипоталамо-нейрогипофизарную и гипоталамо-аденогипофизарную системы, а именно — на гормоны, поступающие в организм через кровяное русло в нейрогипофизе — окситоцин и вазопрессин, известные ранее под названием питуитрин Р (их выработку приписывали задней доле гипофиза — главной части нейрогипофиза), и гормоны, действующие через аденогипофиз, стимулируя выделение клетками последнего так называемых «тропных» гормонов, стимулирующих деятельность периферических эндокринных органов (щитовидной железы, надпочечников, гонад).

Гормоны нейрогипофиза обладают многосторонним действием. Так, вазопрессин, помимо общего повышения кровяного давления (отсюда его название: ваз — по латыни — сосуд, прессо — сжимаю, сокращаю), обладает антидиуретическим, т. е. снижающим мочеотделение, действием.

Основное свойство окситоцина — усиление сокращения гладких мышц, в частности мышц стенки матки. Это делает окситоцин очень существенным фактором при родах.

Относительно роли нейросекрета в организме мы знаем еще далеко не все. Исследовательская работа в этом направлении в разгаре, и каждый год приносит новые факты.

Как же регулируется нейросекреторная деятельность гипоталамуса? Здесь мы имеем хороший пример саморегулирующейся системы с обратной связью. Выработка и выделение нейросекрета регулируется уровнем (концентрацией) содержащихся в циркулирующей крови гормонов, вырабатываемых щитовидной железой, корой надпочеч-

ников, гонадами (половыми железами). Понижение содержания этих гормонов в крови, омывающей гипоталамус, служит сигналом к выделению нейросекрета, стимулирующего выработку гормонов аденогипофиза, которые повышают продукцию и выделение в кровь гормонов щитовидной железой, корой надпочечников, гонадами. Аналогичный механизм обеспечивает поддержание осмотического равновесия¹ в средах организма. В области нейросекреторных клеточных скоплений гипоталамуса доказана осморцептивная чувствительность клеток, которые тонко реагируют усилением или ослаблением выработки и выделения антидиуретического фактора, в результате чего вода либо задерживается в теле, либо избыток ее выделяется почками.

В качестве примера того, что дает учение о нейросекреции медицине, приведем объяснение сущности болезни «несахарный диабет», которая характеризуется тем, что в почках не происходит обратного всасывания воды вследствие отсутствия антидиуретического гормона. Больной при этом выпивает огромное количество воды (10 л в сутки и более) и не может утолить жажды, потому что вода не удерживается в организме. Эту болезнь удалось экспериментально воспроизвести на животных путем перерезки ножки гипофиза. При этом прекращается поступление нейросекрета в нейрогипофиз, откуда должен выделяться антидиуретический гормон, задерживающий воду в организме посредством обратного ее всасывания в почечных канальцах.

Когда была обнаружена и впервые изучена регулирующая роль нейросекреторной системы, главное внимание исследователей было обращено на многообразие функций организма, в регуляции которых она участвует. Казалось, механизм обратной связи, описанный выше, полностью объясняет замкнутый круг взаимозависимых процессов. Между тем, уже на сравнительно ранних ступенях развития у позвоночных животных

обнаруживается прямая связь нейросекреторной системы с примитивными зачатками обонятельной коры головного мозга. По мере развития центральной нервной системы, эта связь становится все более явственной и четкой, приобретая у млекопитающих наиболее выраженную форму. Такова связь обонятельной коры с эндокринной функцией половых желез, осуществляемая через посредство аденогипофиза. Широко известна роль зрительного анализатора в плодovitости сельскохозяйственных животных (повышение яйценоскости кур и уток при непрерывном круглосуточном освещении), также осуществляемая посредством стимуляции гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы. Нам удалось показать, что не менее тесная связь существует между вкусовым анализатором и гипоталамической нейросекрецией.

Приведенных примеров достаточно, чтобы показать тесную связь нейросекреторной функции с вышележащими отделами головного мозга, в частности с анализаторными системами. Если в перечисленных случаях речь идет о прямых связях нейросекреторной системы с корой головного мозга, то несравненно многообразнее и большее влияние других отделов коры больших полушарий, передающиеся через зрительные бугры (таламус). Несомненны также влияния на гипоталамическую нейросекрецию, передающиеся по восходящей неспецифической активирующей системе, в составе так называемой ретикулярной формации стволовой части головного мозга.



Из сказанного видно, насколько велика роль нейросекреторной функции у позвоночных животных в интегративной деятельности центральных регулирующих механизмов, управляющих сложными процессами жизнедеятельности организма как целого. Изучение нейросекреторной функции центральной нервной системы сулит еще много интересного и важного.

УДК 612. 81

¹ Осмос — диффузия веществ через перегородку, разделяющую раствор и растворитель.

:XX:



ЛЕДНИКИ И КЛИМАТ

О. И. Чижев

Кандидат географических наук
Институт географии АН СССР (Москва)

Расширение исследований в Арктике и Антарктике, особенно в период МГГ, позволило по-новому взглянуть на некоторые стороны происхождения и развития ледников. В настоящее время не вызывает сомнений, что современное оледенение оказывает определяющее влияние на климат Земли. Еще большее влияние, очевидно оказывало оно в прошлом, когда было более обширным.

Снег и лед способствуют сильному охлаждению земной поверхности, обладают способностью отражать от 45 до 95% энергии падающих на них солнечных лучей (поверхность, не покрытая снегом или льдом, отражает в среднем всего 14%). В то же время лед и снег обладают повышенной способностью терять тепло длинноволновым (невидимым, тепловым) излучением.

Поэтому Центральная Арктика и Антарктика, в отличие от других территорий, имеют отрицательный годовой «радиационный баланс» и оказываются источниками охлаждения планеты. Температура снежной поверхности в Антарктиде опускается ниже средней температуры стратосферы, равной 50—55° ниже нуля, а абсолютный минимум температуры, измеренной 24 августа 1960 г. на станции Восток (—88°,3), близок минимальной температуре свободной атмосферы. Столь низкая ее температура над Антарктидой определяется влиянием снежно-ледяной подстилающей поверхности. Ежегодно в среднем 72 млн. км² земной поверхности находится под снежным покровом в высоких и умеренных широтах обоих полушарий, получая солнечного тепла на 65% меньше того, что могли бы получить, не будучи покрытыми снегом. Современные климатические различия по широтным зонам в значительной степени обусловлены влиянием полярных снежно-ледяных шапок.

Покрывание льдом всей земной поверхности привело бы к устойчивому, совершенно от-

личному от современного, состоянию. По выполненным расчетам (П. А. Шумский и А. Н. Кренке, 1964), средняя температура поверхности Земли снизилась бы до 88°,6 ниже нуля, против современной +14°,3.

Земля никогда не подвергалась полному оледенению, напротив, устойчивое безледное состояние земной поверхности господствовало на протяжении большей части истории нашей планеты. И на безледной, и на полностью оледенелой Земле должны были бы существовать не столь резко выраженные климатические различия полярных и экваториальных областей и, соответственно, менее интенсивная циркуляция атмосферы. Для теплого (безледного) состояния Земли это подтверждают геологические данные.

Различными расчетами (М. И. Будыко, 1962, Ч. Бруко, 1947) также доказывается решающее значение оледенения полярных областей для климата Земли. Если это так, то невольно возникает мысль: правильна ли сама постановка вопроса, когда говорят, что непосредственной причиной возникновения и развития ледников явилось какое-то общее, охватывающее всю Землю, или по крайней мере обширные ее зоны, изменение климата в сторону похолодания и увлажнения? Пока удовлетворительного объяснения причины такого изменения нет. И оледенение, и климат — это два разных следствия одной общей причины — энерго-массообмена между земной поверхностью и атмосферой.

Этот энерго-массообмен определяется условиями существования Земли как планеты и природными (физико-географическими) условиями на ее поверхности. Можно предположить поэтому, что какое-то изменение природных условий привело к появлению, а затем постепенному развитию ледников, дотоле не существовавших, а увеличение доли поверхности, покрытой снегом и льдом, все больше и больше изменяло условия тепло- и массообмена и привело к решающим изменениям климата. Они были тем большими, по сравнению с доледниковым климатом, чем шире распространялся лед.

Такая постановка вопроса значительно облегчает выяснение возможных условий возникновения и развития оледенений, их отступаний и наступаний, столь быстрых в геологическом масштабе времени и столь грандиозных по размерам.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЛЕДНИКОВ

Известно, что на рубеже третичного и четвертичного периодов оледенению предшествовал и частью сопутствовал процесс мощного горообразования (орогенеза). Еще в 1856 г. Д. Дана, а позже Ч. Ляйель и другие ученые объясняли возникновение ледников горообразованием, которое создало необходимые условия для накопления снега, не успевающего стаять за лето. Из русских ученых, развивавших орографическую гипотезу, следует назвать И. Лукашевича, (1915). Ее сторонником был, по-видимому, и В. А. Обручев (1958). Возражения же против этой гипотезы возникли в связи с трудностью объяснить отступания и наступания льдов, происходившие неоднократно при уже возникших и существующих горах и возвышенностях. В связи с этим, например, известный американский ученый Р. Ф. Флинт (1957) склоняется к солнечно-орографической концепции. Она заключается в объяснении зарождения ледников как следствия третичного орогенеза, а их последующих наступаний и отступаний — колебаниями климата, связанными с солнечной деятельностью. Однако сам Р. Ф. Флинт констатирует, что изменения интенсивности солнечной активности вызывают лишь небольшие колебания. Вопрос о чередовании ледниковых и межледниковых эпох остается, таким образом, нерешенным.

В последние годы довольно широкое распространение получили гипотезы, связываю-

щие возникновение оледенений с перемещениями полюсов или же с дрейфом материков. Перемещением полюсов, например, объясняют возникновение четвертичного оледенения американские геологи М. Юинг и В. Донн (1956). По их представлениям, в прежние геологические эпохи полюса Земли находились в открытом океане: северный — в Тихом, между Северной Америкой и Азией, и южный — между Атлантическим и Индийским, близ южной оконечности Африки. Такое положение полюсов исключало возможность оледенения полярных районов. Перемещение же полюсов в конце третичного времени в их современное положение (притом, как считают, довольно быстрое) создало условия, благоприятные для оледенения из-за наличия высокой суши в полярных областях.

По своим гляциологическим следствиям такой ход событий тождествен орогенезу. Поднялись ли в полярных и приполярных областях горы, дотоле не существовавшие, или высокие материки и острова передвинулись в полярные области, занятые морем, — безразлично. Важно лишь появление высоких участков суши, на которых стал выпадать и скапливаться снег.

РАЗВИТИЕ ЛЕДНИКОВ

Любое скопление не растаявшего за лето снега может через несколько лет перейти в ледник. Этому благоприятствуют незначительные, обычные для любых районов умеренного пояса, колебания климата. Исследования последнего десятилетия, особенно выполненные по программе МГГ на Алтае в Хибинах, на Кавказе, на Земле Франца-Иосифа и Полярном Урале, значительно уточнили представления о взаимодействии между ледниками и климатом.

Исследования на Полярном Урале (В. Г. Ходаков, 1963) показали, как изменяют микроклимат и ослабляют свое собственное таяние малые леднички и снежные пятна. Наблюдения над малыми ледничками, существующими на склонах благодаря навеванию снега зимними метелями, показывают необычайную живучесть таких ледников — они сохраняются и даже увеличиваются в размерах, так как сами своим существованием способствуют усиленному накоплению снега.

Ледяные купола Земли Франца-Иосифа (А. Н. Кренке, 1964), способствуют охлаж-

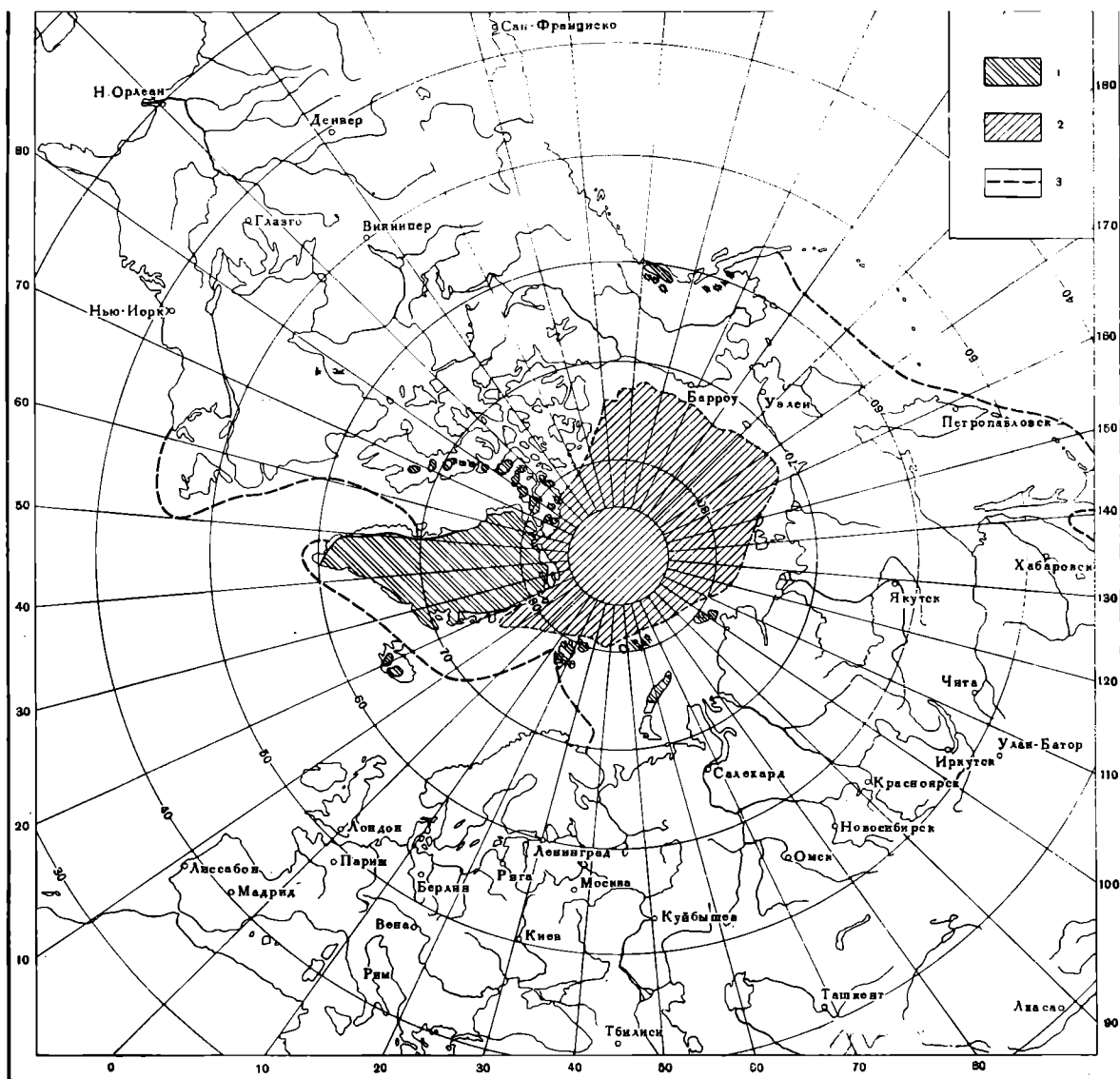


Рис. 1. Северное полушарие. Современное оледенение. Стадия отступления, состояние, близкое к минимуму. Материковый лед (1), постоянный морской ледяной покров (2), южная граница плавучих льдов зимой (3)

дению на $2-3^\circ$ приземного 20—30-метрового слоя воздуха. Большой по размерам ледниковый покров Новой Земли уже несколько изменяет над собой и атмосферную циркуляцию, что видно по изгибу над ним линий равного атмосферного давления (изобар).

Таким образом, однажды возникнув, ледники изменяют климат в сторону, благоприятствующую их развитию. Они увеличиваются в размерах, расплываясь вширь и утолщаясь. До каких грандиозных размеров они могут достигать, показывают ледяные покровы Гренландии и Антарктиды. Сплошной ледяной щит, покрывающий Гренландию, зани-

мает $1\,726\,400\text{ км}^2$ при средней толщине льда 1500 м; размеры ледникового щита Антарктиды по последним данным (И. А. Сутова, 1963) $13\,991\,000\text{ км}^2$, средняя толщина льда около 2000 м. Скандинавский и Канадский (или Лаврентьевский) ледяные щиты в эпоху последнего максимума оледенения (около 20—30 тыс. лет тому назад) имели размеры того же порядка: Скандинавский — $4\,250\,000\text{ км}^2$, Канадский — $12\,500\,000\text{ км}^2$ (по Р. Ф. Флингу, 1957). Ледяной щит Антарктиды был обширнее современного и более чем на 1 млн. км^2 и соответственно несколько толще.

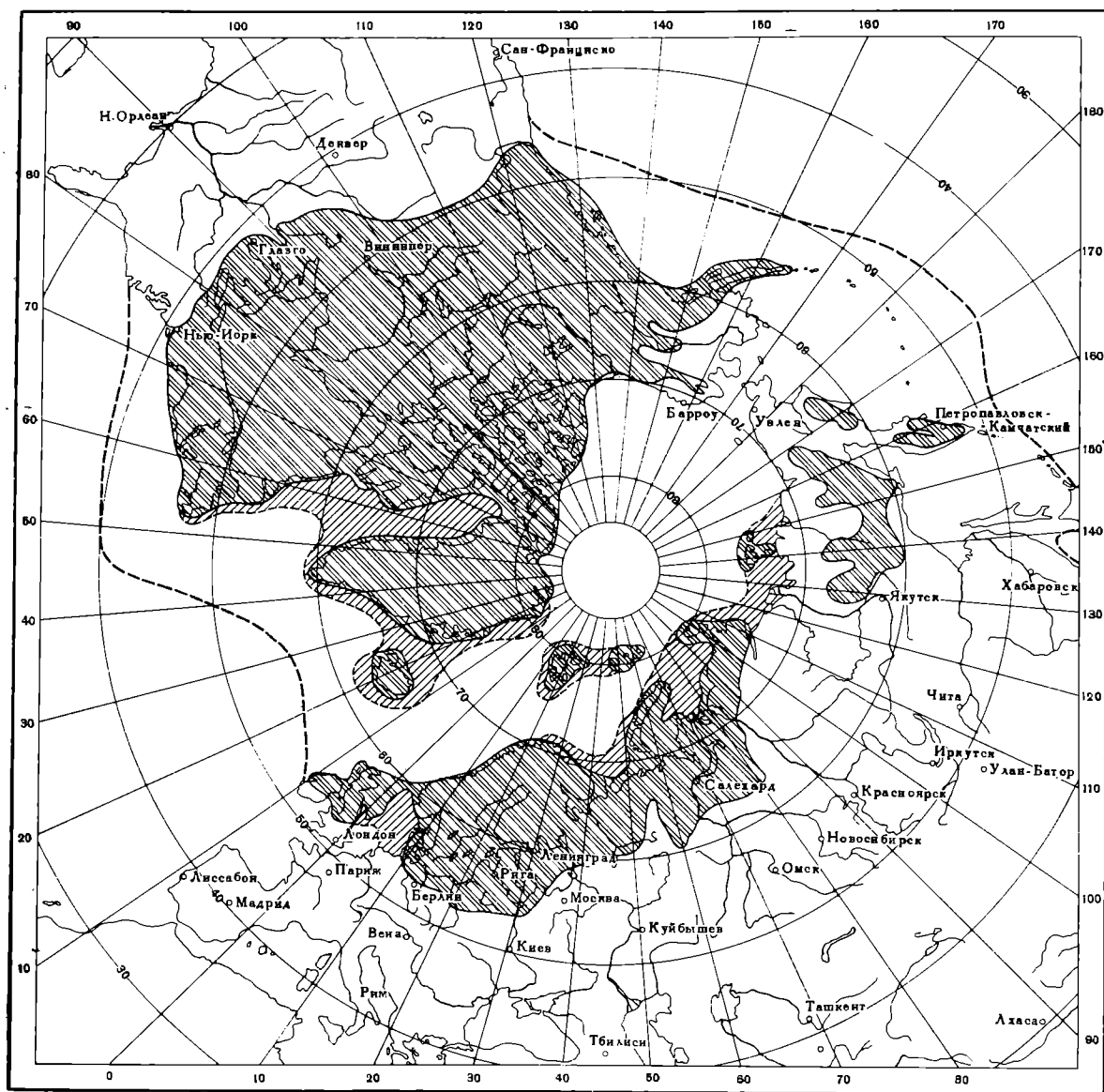


Рис. 2. Древнее оледенение. Стадия наступления, состояние, близкое к максимуму.

Эти цифры показывают, что отдельные ледниковые покровы прошлых геологических эпох по своим размерам сколько-нибудь существенно не превосходили современные ледяные щиты Гренландии и Антарктиды. Но их было больше и все вместе они занимали более обширные территории (рис. 1, 2). Если внимательно посмотреть таблицу (стр. 62), видно, что очень большое сокращение оледенения Земли со времени последнего максимума произошло в основном за счет сокращения и почти полного исчезновения ледяных щитов Северного полушария (Канадского, Скандинавского и некоторых других). В то же время ледяной покров Антарктиды ос-

тался почти в неизменном состоянии (рис. 3). Как можно объяснить этот факт? До последнего времени он не находил объяснения, так же как и неоднократные отступления и наступания ледников от максимальных размеров до современных (и меньших).

ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЬДОВ

Крупнейший русский климатолог и географ А. И. Воейков еще в конце прошлого века убедительно показал, что для развития ледников нужны благоприятные физико-географические условия: температура, достаточно низкая для того, чтобы осадки могли

выпадать в виде снега (хотя бы зимой), и влажность, достаточно высокая, чтобы выпадало много снега и он мог бы скапливаться за зиму в количестве, не успевающем стаять за лето. Такие благоприятные условия создаются в местностях с холодным морским климатом. Касаясь полемики о причинах оледенения, А. И. Воейков писал, что само по себе недостаточное ни похолодания, ни увеличения осадков. Благоприятствует оледенению лишь известное соотношение температуры и осадков, определяющее превышение снегонакопления над таянием. Во всех своих рассуждениях ученый исходил из анализа современных климатических условий в ледниковых районах. Данных наблюдений об условиях существования и режиме ледников в то время было еще очень мало. Но методика анализа, применявшаяся А. И. Воейковым, была совершенно правильной и приводила к верным по существу выводам.

Каждый ледник можно разделить на две части: область питания (аккумуляции) и область расхода (абляции). Как бы ни была, низка температура в области его питания т. е. в верхней части ледника, таяние в области его расхода (или откалывание обломков льда, если ледник спускается в море) может превысить приход массы за счет накопления снега. Чем дальше от источника влаги — океана, оказываются срединные части (области питания) обширных ледниковых покровов, тем более скудным становится их питание. Во внутренних районах Антарктиды годовое количество осадков падает до 50 мм, тогда как на краю покрова оно достигает 600 мм. Областью расхода Антарктиды служат ее ледяные берега, где лед спускается в море и откалывается нередко огромными ледяными горами.

Таким образом, пределы распространения ледников определяются равновесием (балансом) между питанием и расходом льда.

МАТЕРИКОВЫЕ ЛЬДЫ И МОРЕ

Южное полушарие. В Антарктике дальнейшему распространению оледенения препятствует океан, окружающий со всех сторон материк Антарктиды. Появившиеся ледники, а они появились там, по-видимому, раньше, чем в Северном полушарии (К. К. Марков, 1962), распространились по стране, слились между собой, и образовали ледяной покров, который выровнял все понижения. Когда возник огромный ледяной

купол, спускающийся по краям в море, каким мы его знаем теперь, установилось подвижное (динамическое) равновесие между приходом льда (осадки) и его расходом (откалывание айсбергов). Таяние льда в Антарктиде практически отсутствует. С тех пор Антарктида и существует в почти неизменном (квазистационарном) состоянии, несколько расширяясь (и утолщаясь) или сокращаясь (и утоньшаясь) в зависимости от изменений общеземных условий. Важнейшее из них, по-видимому, — высота уровня мирового океана. С его повышением (в современную геологическую эпоху) ледяной покров Антарктиды сокращается, с понижением (во время максимумов оледенения северного полушария) — лед получает возможность расширяться и ледяной покров увеличивается в размерах (Дж. Холлин, 1962).

Северное полушарие. Иные условия, ограничивавшие развитие оледенения, складывались в Северном полушарии. Если вблизи Южного полюса лежит материк, то в районе Северного полюса находится океан, окруженный сушей. Это современное распределение суши и моря сложилось в основных чертах уже к концу третичного периода. Образовавшиеся здесь и распространявшиеся все дальше ледники получали обильное питание осадками с Атлантического и Северного Ледовитого океана, тогда еще свободного ото льда.

Окруженный льдами, океан начал постепенно охлаждаться. В его водах стало появляться все больше плавучего льда морского и материкового происхождения (айсбергов, обламывающихся от спускающихся в воду ледников). По мере понижения уровня океана (из-за изъятия все большего количества воды на образование материкового льда) замедлялся водообмен между Атлантическим океаном и центральным полярным бассейном (Северным Ледовитым океаном). Это способствовало охлаждению последнего.

Наступило время, когда Северный Ледовитый океан покрылся, наконец, постоянным покровом плавучего льда. Вся северная полярная область превратилась с этого времени как бы в огромный ледяной континент. Питание ледников по мере замерзания Северного Ледовитого океана, все более ухудшалось и, наконец, достигло минимума. Между тем область расхода льда, прилегающая к южным окраинам ледяных покровов, распространявшихся приблизительно до 50° с. ш., заметно расширилась. Здесь, в отли-

чие от Антарктиды, ледяные щиты оканчивались на суше и таяли. Бюджет льда из приходного (положительного) стал расходным (отрицательным). Ледники стали сокращаться. Начался обратный процесс отступления ледников, пока, наконец, на каком-то этапе не освободился ото льда и Северный Ледовитый океан.

Таких наступаний и отступаний (ледниковых циклов) за сравнительно короткое время, не превышающее одного миллиона лет, геологи насчитывают по крайней мере четыре. Современная эпоха — эпоха отступления ледников (межледниковая).

Географическое распределение современных и древних ледников (по Р.Ф. Флинту)

Районы	Площадь (к.м ²)	
	современных ледников	ледников эпохи последнего максимума
Северная Америка, в том числе:	2 032 797	16 935 000
Гренландский ледяной щит	1 726 400	2 160 000
Лаврентьевский (Канадский) ледяной щит	—	12 535 000
Европа, в том числе:	118 213	4 935 590
Северные острова	107 600	651 920
Скандинавия (Скандинавский ледяной щит)	5 000	4 250 000
Азия	142 083	4 859 487
Всего в Северном полушарии:	2 293 093	26 780 077
Африка	30	465
Южная Америка	25 000	830 000
Австралия и Океания	1 015	58 000
Южная Полярная область, в том числе:	12 600 000	13 200 000
Ледяной щит Антарктиды	12 600 000	13 200 000
Всего в Южном полушарии:	12 679 045	14 093 465
Всего на Земле:	14 972 138	40 878 542

РЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ОКЕАНА

Изложенные взгляды были высказаны американскими учеными М. Юингом и В. Донном¹ и подкреплены новыми геологическими данными.

В английской и американской научной и

¹ См. М. Ewing, W. L. Donn. A Theory of Ice Ages. «Science», 1956, v. 123, N 3207; 1958, v. 127, N 3307.

научно-популярной литературе они получили довольно широкую известность. Однако называть эту гипотезу теорией Юинга и Донна, как это нередко делают, не совсем правильно. За год до опубликования их статьи эта же гипотеза была высказана другим американцем В. Стоксом¹ и названа им теорией регулирующей роли океана. Но еще на 25 лет раньше эта теория впервые была высказана и логически безупречно обоснована русским капитаном дальнего плавания Е. С. Гернетом². Его небольшая книжка была опубликована на его личные средства в 1930 г. в Токио. Книжка Е. С. Гернета осталась незамеченной (возможно, потому, что была издана в Токио) и не оставила следов в научной литературе.

По-видимому, ее читал К. Паустовский. Герой его «Северной повести», — моряк, внук декабриста, увлекается идеей уничтожения льдов Гренландии с тем, чтобы сделать климат Северного полушария равномерно теплым вплоть до полюса, каким он был в миоцене (идея Е. С. Гернета). Очевидно, американцы В. Стокс, М. Юинг и В. Донн пришли к тем же, по существу, выводам, что и Е. С. Гернет, совершенно независимо от него. Их привело к этим выводам развитие науки. Научные же представления нашего соотечественника опередили развитие гляциологии на четверть века и пришло время отдать ему должное.

Странное, на первый взгляд, название его книжки — «Ледяные лишай» объясняется тем, что автор рассматривает ледники как болезнь планеты (нормальное устойчивое ее состояние — состояние безледное). Появившись на ее теле, ледники, как лишай на коже, распространяются дальше «самосильно», по выражению автора, занимая соседние, непораженные участки. Эта его мысль о самосильном (спонтанном) развитии ледников — наиболее плодотворна. Из нее вытекает, в сущности, вся теория.

Один из самых больших ледяных лишайев, сохранившихся в северном полушарии, — Гренландский ледяной покров. Сейчас он находится в стадии убывания, но когда оледенение Северного полушария в своей деградации пойдет настолько далеко, что исчезнут постоянные льды Северного Ледовитого

¹ См. W. L. Stokes. Another Look at the Ice Age. «Science», 1955, v. 122, N 3174.

² См. Е. С. Гернет. Ледяные лишай (новая ледниковая теория, общедоступно изложенная). Токио, 1930.

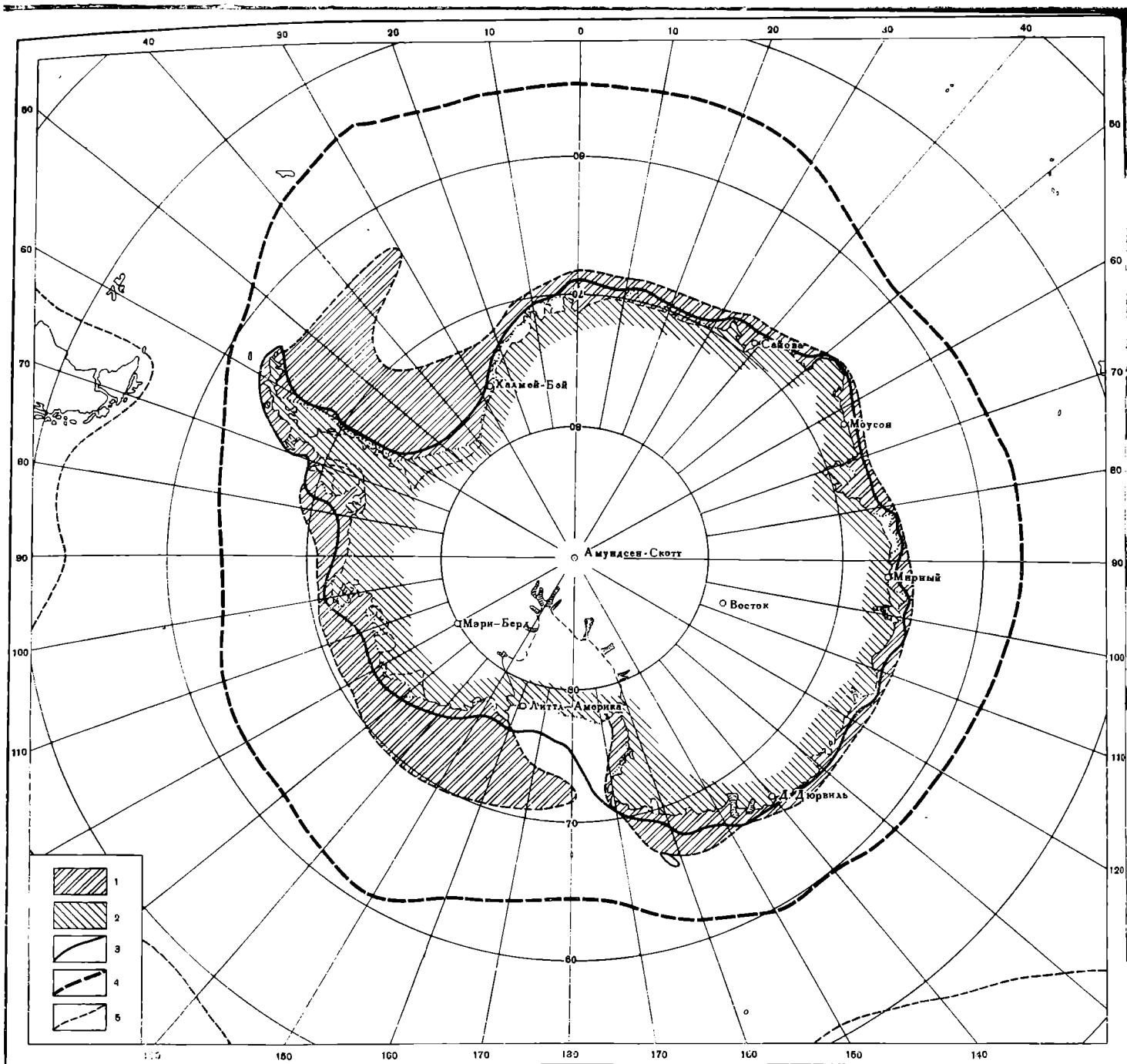


Рис. 3. Южное полушарие. Современное и древнее оледенение. Материковый (современный) лед (1), современная область распространения плавучего льда летом (2), край ледяного щита Антарктиды во время максимума (3), современная северная граница плавучего льда зимой (во время максимума оледенения она проходила несколько севернее) (4), современная крайняя северная граница айсбергов (5)

того океана (по мнению Юинга и Донна, это произойдет через несколько сотен лет). Питание Гренландского ледяного и других, меньших, соседних с ним, лишаев настолько увеличится, что они начнут наступать, и льды вновь займут ныне населенные местности Северной Америки и Северо-Восточной

Европы, как они их занимали неоднократно в недалеком (геологически) прошлом. (По мнению Юинга и Донна, это может произойти через несколько тысяч лет.) Человечество не должно допустить этого. Нужно уничтожить Гренландский ледяной лишай. Эта мысль дает книжке Гернега эмоциональное содер-

жание, невольно захватывающее читателя.

Проект уничтожения ледяного покрова Гренландии может показаться (и показался, по-видимому, в свое время) фантастичным, а то и просто абсурдным. Это явилось, может быть, одной из причин непризнания научной ценности книги Гернета. Но значение ее не в этом проекте. Гернетом были правильно поставлены основные вопросы ледниковой теории: о соотношении оледенения и климата, о поднятии суши как о первопричине зарождения ледников, о распространении оледенений и об условиях, его ограничивающих. Из-за различия этих условий в Северном и Южном полушариях, оледенение их развивалось по-разному. В Южном полушарии образовался «ледяной лишай, локализованный, стационарный» — Антарктида, в Северном — «лишай, локализуемые пульсацией», здесь имели место наступания и отступания льдов.



Итак, изложенные представления были высказаны впервые Е. С. Гернетом в 1930 г., затем, независимо от него, В. Стоксом в 1955 г. и развиты в 1956, 1958 гг. М. Юингом и В. Донном. Правильнее поэтому назвать эту систему взглядов теорией (или, может быть, лучше гипотезой) Гернета—Стокса, по имени тех, кто высказал ее впервые. Эта гипотеза по своей ясности и логической стройности превосходит все, предложенные раньше. Как пишет Стокс: «Идеальная ледниковая теория должна удовлетворять по возможности просто, трем главным требованиям: 1 — объяснять начальные события или условия, 2 — объяснять механизм циклических колебаний внутри общего ледникового периода и 3 — указывать условия, ограничивающие распространение оледенения». Изложенная схема им удовлетворяет.

В рамках одной логической схемы она отвечает на самые трудные вопросы, не имевшие до сих пор удовлетворительного ответа. Но чтобы действительно стать теорией, она должна быть в большей мере подтверждена фактическими данными и обоснована математически. Над этим еще нужно работать.

Надо добавить, что намеченная схема ледниковых циклов (смены ледниковых и межледниковых эпох) объясняет явления крупного масштаба. Эти колебания оледенения первого порядка вызывают соответствующие климатические изменения, характеризующие ледниковые и межледниковые эпохи. Но на фоне главных наступаний и

отступаний ледников происходят небольшие их колебания, вызванные климатическими изменениями. Они связаны с изменениями солнечной деятельности. Успление и ослабление солнечной активности вызывают изменение интенсивности атмосферной циркуляции, больший или меньший приток тепла из низких широт в высокие, что непосредственно отражается на бюджете массы ледников и ледовитости морей.

Выяснение зависимости, существующей между материковым и морским оледенением, получает в настоящее время практический интерес в связи с возможностью искусственного изменения климата Северной полярной области. М. И. Будыко рассматривает, например, возможности искусственного ускорения таяния морских льдов Северного Ледовитого океана и непосредственные следствия их уничтожения. Если морские льды полностью растают, то, по его расчетам, при современных климатических условиях, они вновь не образуются. Дальнейшие последствия такого коренного изменения условий в Северной полярной области пока не ясны, но возможность искусственно изменить климат этим путем не вызывает сомнений.

Для уничтожения льдов центрального полярного бассейна возможны разные пути. М. И. Будыко рассматривает последствия искусственного зачернения поверхности льда. Инженер П. М. Борисов предлагает проект грандиозной насосной установки в Беринговом проливе. Но ни М. И. Будыко, ни П. М. Борисов не принимают, однако, в расчет возможности коренного изменения бюджета материковых льдов (ледяного щита Гренландии, ледяных покровов на полярных островах Канадского архипелага и других). Из гипотезы же Гернета — Стокса следует, что уничтожение плавучих льдов Северного Ледовитого океана увеличит питание материковых ледяных покровов, что приведет к их наступлению на сушу, а на море усилится образование айсбергов, увеличится их количество в океане.

В грандиозных проектах преобразования природы, которые при современном развитии техники становятся по плечу человеку, нельзя не учитывать естественного направления развития явлений. Оно дает представление о всей сумме последствий, близких и отдаленных. Среди них могут оказаться не только предусмотренные проектом, но и другие, которые могут свести на нет ожидаемые результаты.

УДК 551.580

«ЗЕМНОЕ» БУДУЩЕЕ ХЛОРЕЛЛЫ

Т. Бабаев

Ташкент

Хлорелла — одноклеточная зеленая водоросль, которую часто можно видеть на поверхности мелких водоемов. В последнее время ученые уделяют ей все больше внимания. Чем вызван такой интерес?

Как известно, под влиянием лучистой энергии солнца в организме растений из углекислого газа и воды синтезируются органические соединения, которые необходимы для поддержания жизненных процессов. Синтез органических соединений сопровождается выделением в окружающую среду кислорода. Оказалось, что, поглощая углекислый газ, хлорелла способна выделять кислород в количествах, превышающих собственный ее объем в сотни раз. При исследовании состава хлореллы установлено, что она содержит до 50% белка, 20—30% углеводов и жиров, а также провитамин А, витамины С и В₁₂. Следует сказать, что белки, синтезируемые хлореллой, относятся к полноценным, т. е. в своем составе содержат все незаменимые аминокислоты, которые в организме животных не синтезируются, но крайне необходимы для их нормального развития.

Все эти свойства хлореллы и привлекли к ней внимание исследователей. Здесь мы не будем останавливаться на перспективах хлореллы в осуществлении будущих межпланетных полетов, а вкратце расскажем о «земных» ее перспективах.

Высокое содержание в хлорелле полноценных белков, жиров и углеводов, а также различных витаминов, навели ученых на мысль о возможности применения этой неприхотливой водоросли в качестве корма для животных. Исследования в этом направлении ведутся уже давно, но особенно большой размах они приобрели в таких странах, как Япония, Китай и др., где особенно велико число солнечных дней в году.

В 1957 г. в Институте ботаники Академии наук УзССР под руководством акад. АН УзССР А. М. Музафарова приступили к изучению местных видов хлореллы и отбору наиболее продуктивных из них для культивирования. Коллектив ставил перед собой задачу помочь животноводам республики в **повышении продуктивности животноводства**. В результате многолетних производственных опытов было убедительно показано, что хлорелла может стать ценным кормовым продуктом и способствовать значительному повышению усвояемости остальных кормов, потребляемых животными. Так, при кормлении животных (свиней) в течение одного месяца с ежедневным добавлением к основному их рациону по 2 л суспензии хлореллы получен привес до 30%. Примечательно, что такой привес получен без дополнительной затраты кормов. Таким образом выяснилось, что хлорелла обладает замечательными биостимулирующими свойствами.

Институт в течение нескольких лет разрабатывает и совершенствует методы массового и интенсивного выращивания хлореллы. Сейчас уже составлены рекомендации для культивирования хлореллы в специальных установках на откормочных пунктах Узбекистана. В 1964 г. по заданию «Узглавзаготскотооткорма» в 10 откормочных пунктах были построены такие установки. Аналогичные установки проходят производственные испытания за пределами нашей республики.

Принцип метода выращивания хлореллы заключается в постоянном перемешивании воды в резервуаре с культурой хлореллы, причем воду периодически подпитывают углекислотой в смеси с воздухом и удобряют солями азота, фосфора, калия и железа. Урожай хлореллы можно получить уже в первые 4—6 дней культивирования, а в дальнейшем

накопление урожая происходит медленней, в связи с чем длительное ее культивирование нецелесообразно. Среднесуточный урожай хлореллы при глубине слоя в 15 см составляет 10 г сухой массы с одного квадратного метра водной поверхности. Это означает, что за период с апреля по октябрь с 1 га можно снять до 30 т сухой массы хлореллы, т. е. до 15 т белка, 6—9 т углеводов и жиров, большое количество витаминов.

Никакая другая кормовая культура не дает такого урожая, да притом при сравнительно небольших затратах труда!

Итак, мы можем считать, что недалеко то время, когда трудно будет представить себе интенсивное животноводческое хозяйство без обширных зеленых водных гладей с культивируемой хлореллой на его территории.

УДК 636.087.7

**Заметки,
Наблюдения**

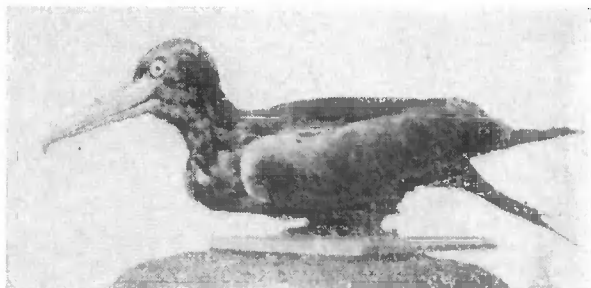
ЕЩЕ ОДИН ФРЕГАТ

Как известно первый экземпляр этой тропической птицы, жителя Индийского и Тихого океанов, был подбит на Амуре, под Хабаровском, летом 1926 г. Долгие годы эта уникальная находка считалась единственной в нашей стране. Она вошла в литературу, и фрегат был занесен в списки птиц Советского Союза. Чучело этой экзотической веселогой птицы выставлено для обозрения в Отделе природы Хабаровского краеведческого музея.

И вдруг сенсация!... В августе 1962 г. ровно через 36 лет, к нам на Амур снова пожаловал заморский гость — фрегат. Причем этот второй, более светлый экземпляр, был добыт у оз. Мылки, близ Комсомольска. Благодаря стараниям местных краеведов редкая птица также уцелела для науки и попала в Хабаровский краеведческий музей.

Теперь перед нами третий фрегат. Добыт он жителем поселка Хурба В. В. Поповичем в том же 1962 г. на Амуре, возле г. Комсомольска. Чучело изготовлено не профессионалом, а любителем и не совсем удачно. Это необычное с виду диковатое существо напоминает загадочную прапраптицу — птеродактиля, о которой пишет Конан-Дойль в «Затерянном мире». И по всем статьям это опять *Fregata minor* L. Клюв у него крючковатый и раза в полтора длиннее головы. Разрез рта — до глаз, на горле воздушный мешок. Крылья, как у чайки, с красивым изломом, хвост ласточки, вилкой. А ноги, мохнатые коротышки, оперены до пят, плавающая перепонка рассечена.

Орнитологи края в недоумении: кто или что заносит этих первоклассных летунов в совершенно неподходящие для них условия? Мы знаем, что обитатель безграничных океанских просторов и признанный король воздуха — фрегат — никогда не покидает эква-



Фрегат напоминает древнюю первоптицу птеродактиля

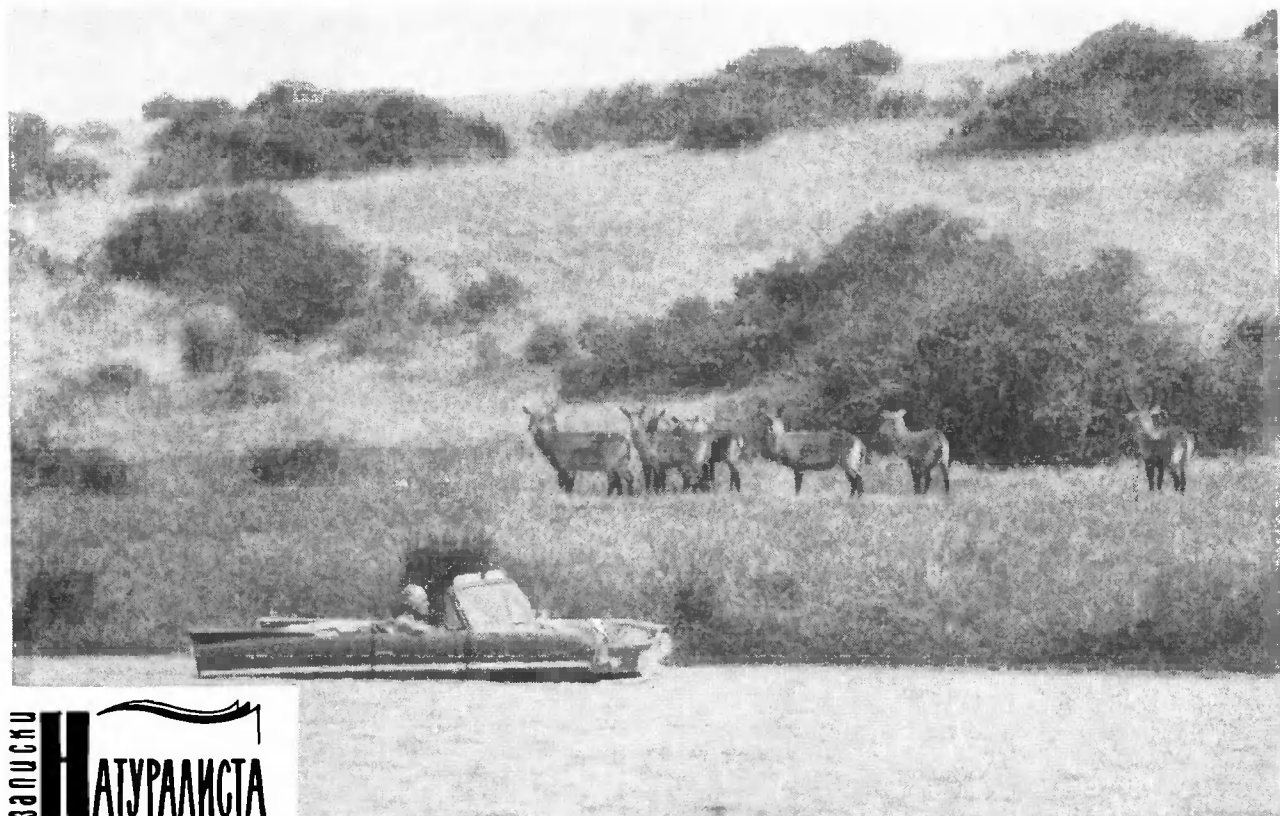
ториальных морей. Ему нечего делать на узкой водной ленте Амуре.

О первом фрегате говорили, что его, как декоративную птицу, прельстившись бархатистым оперением и необычностью вида, купили и завезли к нам на Дальний Восток моряки. Здесь же его случайно выпустили. В залете второго винили тайфун.

Ну, а как с третьим пришельцем? Неужели он тоже был вовлечен в циклон и вынесен за пределы мест своего обитания на такое огромное расстояние? А может он пристал к стае летевших к северу птиц и, попав в тяжелые условия, стал жертвой своей ошибки?

Но есть и другое предположение: возможно, что фрегаты расширяют свой ареал и заселяют северную часть Тихого океана, Японское и Охотское моря. А оттуда рукой подать и на Амур. Поскольку залеты этих птиц все учащаются, то можно считать, что мы живем в период довольно устойчивого продвижения этой южной формы к северу. Ведь за последние годы климат в наших широтах заметно изменился в сторону потепления.

В. Д. Я х о н т о в
Хабаровский краеведческий музей



записки
НАТУРАЛИСТА

Эту машину-амфибию мы подарили Угандийскому национальному парку для более успешной борьбы с браконьерством

Я ПЛАВАЮ СРЕДИ БЕГЕМОТОВ

Профессор Бернгард Гржимек

Директор Франкфуртского зоопарка

Наша любовь к животным распределяется отнюдь не равномерно — начиная от дождевого червя до слона или от амебы до шимпанзе. Обычно животные, которых мы можем зажарить и съесть, нам симпатичней тех, которые, наоборот, могут нас самих при случае проглотить...

Мне, например, мало довелось встретить среди любителей природы «любителей крокодилов», несмотря на то, что этих животных в древнем Египте, да и в других местах почитали за божество.

В этих местах, где мы сейчас проводим свои опыты, — на островах Сессе на озере Виктории — местные жители прежде тоже считали крокодилов заместителями бога на Земле и охотно приносили им в жертву лю-

дей. Здесь на берегу они предварительно ломали несчастным руки и ноги, чтобы они не могли уползти. Король Уганды Мотеза любил сажать своих пленников на маленький островок в Мерчисонской бухте, где они либо умирали от голода, либо становились добычей крокодилов.

Однако, крокодилы не так опасны, как об этом принято писать в приключенческих романах. Я знал лесничего — Франка Попертона, который каждое утро спокойно переплывал Виктория-Нил, кишасший крокодилами. И ни разу его никто не тронул. А вот его африканскому помощнику крокодил однажды совершенно искромсал ногу. Разумеется, когда в Африке еще повсюду во-

дилось много крокодилов, бывало, что они нападали и на людей.

Так, в 1961 г. британский полицейский инспектор Джон Максвелл, находясь у реки Кабуэ (Хингола), к своему ужасу заметил, как четырехметровый крокодил бесшумно подплыл к трем купающимся детям. Максвелл был отличным пловцом — он моментально нырнул и успел одного за другим выбросить детей на скалистый островок в реке. Самому же ему уйти не удалось — огромный крокодил схватил его за ногу и потащил под воду. Однако он сумел уже под водой выдавить крокодилу оба глаза, после чего тот его и выпустил. Молодая храбрая африканка, пересилив свой страх, вошла в воду и вытащила обессиленного полицейского инспектора на берег. Левую ногу Джону Максвеллу пришлось ампутировать, а когда его спустя месяц привезли в Англию, король наградил его медалью Святого Георга.

Другой случай произошел в Свазиленде возле реки Узуту 8 ноября 1952 г. Четырехметровый крокодил схватил восьмилетнего ребенка и утащил. Девятнадцатилетнему молодому человеку удалось на другой день проткнуть чудовище копьем.

Несколько лет тому назад мне самому довелось зашивать разорванную крокодилом руку молодому биологу Жану Паркеру, который пытался на мелководье поймать не большого крокодильчика.

Я должен сознаться, что не люблю купаться в водоемах, где водятся крокодилы. Даже если их сверху не видно, они могут быть где-то поблизости, погону что взрослый крокодил может больше часа находиться под водой и не дышать.

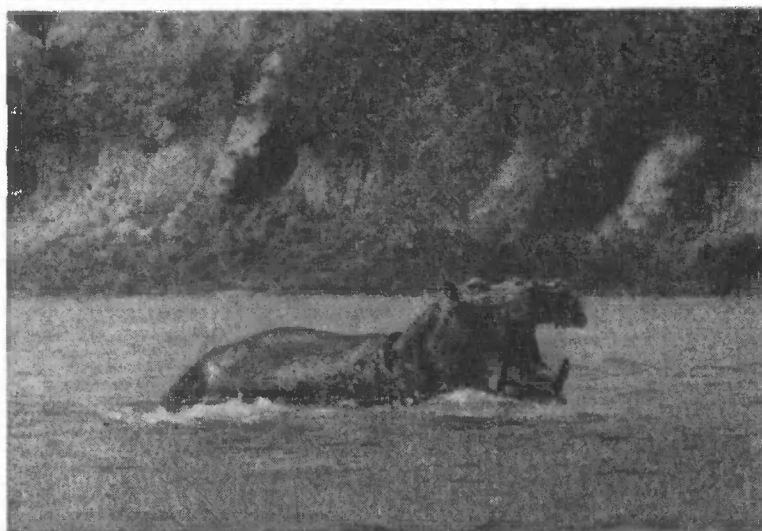
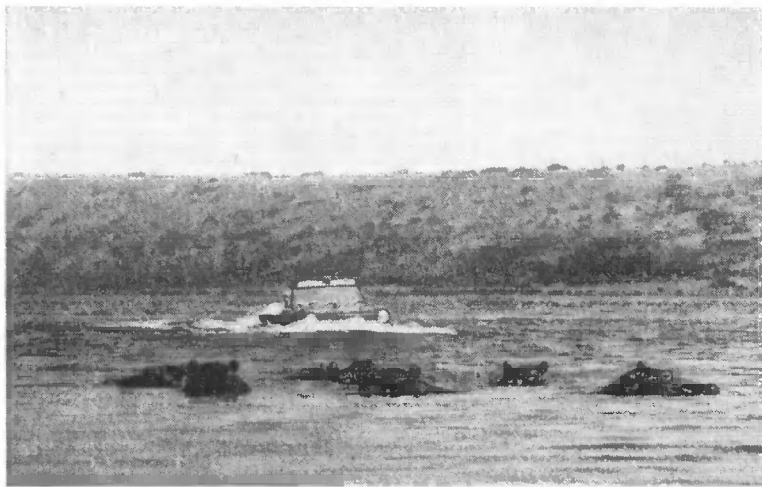
«ЖЕРТВА МОДЫ»

Но даже то, чего не любишь, может все же привлекать интерес. Туристы, отправляющиеся сегодня в Национальные парки Африки, обязательно хотят видеть крокодилов, несмотря на отвращение и страх перед ними. А крокодилов-то и нет. Ведь их можно считать уже почти вымершими животными. Они сделались жертвой моды. Дело в том, что с тех пор как в моду вошли дамские сумочки, туфли и перчатки из крокодиловой кожи, за каждый ее сантиметр стали платить немалую сумму. Так, в одном только 1952 году из Танганьики было вывезено 12 509 крокодиловых шкур; даже во Флориде, в США лесничие и полицейские ведут до сих

пор бесплодную борьбу с организованными преступными бандами, опустошающими заповедные водоемы, где водятся аллигаторы. Уже несколько раз там арестовывали подозрительно «полных» дам у которых под платьем оказывались обернутые вокруг тела свежие снятые шкуры крокодилов, которые они пытались вынести таким способом из заповедника. Как видите, браконьеры не останавливаются ни перед чем!

Самые замечательные и старые крокодилы сохранились в Африке теперь только в Уганде, в национальном парке Мерчисон-Фолс. Когда едешь на моторном катере из туристического отеля вверх по стремительному и широкому Виктория-Нилу по направлению к знаменитым Мерчисонским водопадам, то можно увидеть дюжины этих степенных джентельменов, греющихся на солнце возле берега и на песчаных косах. Они давно привыкли к лодкам с посетителями и не обращают на них никакого внимания, точно так же как кафрские буйволы, слоны, бегемоты и носороги. Это по сути дела единственное место в Африке, да и на всем земном шаре, где еще можно фотографировать крокодилов.

Много лет тому назад я здесь лежал часами в маленькой лодчонке-кану, стоящей на якоре, и наблюдал за этими чудовищами. Так приятно печься под прямыми лучами экваториального солнца и поглядывать на этих зеленовато-серых пожилых господ; а они в свою очередь подсматривают за мной. Тишина. Время от времени всплывает какая-нибудь большая рыба в воде, мимо проплывают зеленые пучки нильского салата, и такая тебя разбавляет лень, что забываешь про кинокамеру: ведь эти старые ленивцы все равно лежат на берегу без движения — снимать нечего. А ведь некоторые из них уже вылупились из яиц и пищали в своих норах под землей в то время, когда еще ни один белый человек не видел Нила! По всей вероятности, они помнят первого британского путешественника Самуэля Бакера, проплывавшего по этой реке 80 лет тому назад. Ведь крокодил по достижении 20 лет ежегодно прибавляет в росте только 3,6 см; следовательно, гигантам, превышающим 5,5 м, больше ста лет! Самый большой крокодил, застреленный в этих местах, достигал в длину 6,3 м. Втащить его в квартиру оказалось бы невозможно... Из живота другого большого крокодила здесь недавно извлекли пятиметрового питона, а один из наших лесничих два года тому назад



наблюдал случай, когда крокодил подкрался к группе львов, сплывшихся на водопой, схватил молодого льва и утопил.

КРОКОДИЛЫ — ВЕСЬМА УМЕРЕННЫЕ ЕДОКИ

В то же время этих страшилищ нельзя назвать прожорливыми. У нас в зоопарке крокодил за 150 дней поглощает лишь столько мяса, сколько сам весит. В то время как пеликан, например, в один присест набивает в себя столько рыбы, что ее вес составляет одну треть его собственного веса.

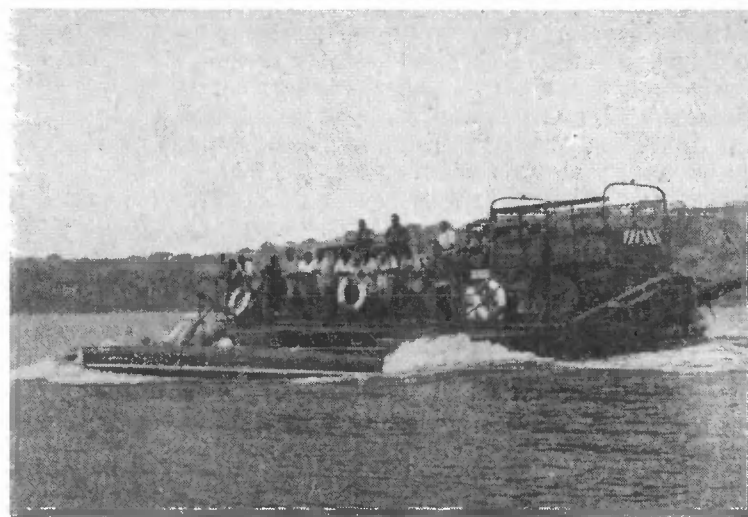
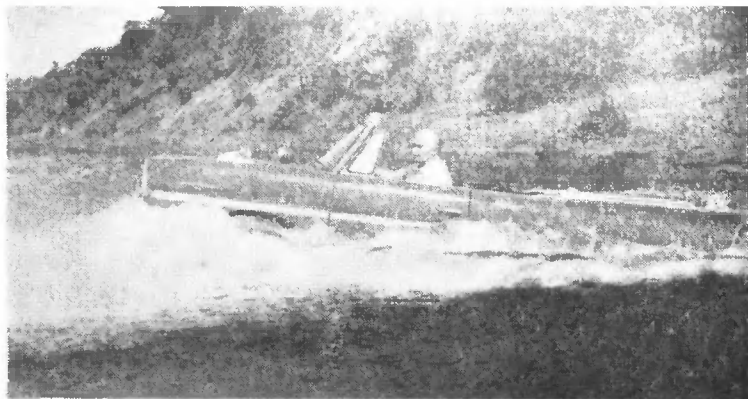
Итак, национальный парк Мерчисон-Фолс в Уганде издавна славился как «крокодилий рай». Недаром зоологи, изучавшие жизнь этих гигантских ящериц, всегда стремились нобывать там. Так было еще несколько лет тому назад. Теперь на Виктория-Ниле, правда, еще можно встретить крокодилов, но с каждым месяцем их становится все меньше и меньше. Привлеченные высокими ценами на крокодиловую кожу, жители рыбацких поселков на оз. Альберта ночью тайком пробираются в лодках по Нилу, ослепляют спящих на берегу крокодилов прожектором и либо стреляют им между глаз либо убивают копьями. Правда, на берегах специально поселили лесничих для охраны, но практически они бессильны: увидев с берега браконьеров, такой лесничий должен проехать 20—30 км на вездеходе до лодочной станции и потом догонять нарушителей на моторном катере. За это время те успевают не только исчезнуть в кустах, но и спрятать свои лодки. Лесничие не раз жаловались мне на свою вы-

На этой машине я свободно плавал среди бегемотов (*сверху*). Правда, бегемоты при приближении к ним обычно стараются удрать; на глубокое место они сразу заныривают (*посередине*). Этот самец решил меня напугать: разинув пасть он грозно бросился мне навстречу, но, не добежав нескольких метров, нырнул (*снизу*)

нужденную неоперативность. Тогда-то мне и пришла в голову счастливая мысль, как им помочь. У нас в Европе одна фирма выпустила автомашины, на которых можно ездить и по воде. Это настоящая находка в борьбе с браконьерством в Уганде! На такой машине можно быстро ехать вдоль берега и, завидя подозрительные фигуры, прямо прыгать в воду. Тогда у браконьеров не остается времени на то, чтобы скрыться. Освещая грабителей непрерывно лучами фар, можно, даже в том случае, если они бросают свои лодки и убегают по берегу, преследовать их и вылавливать. Такое новое приобретение, безусловно, придаст бодрости духа нашим лесничим в их бесконечной борьбе с браконьерством.

Решено. Я заказываю такую машину и сразу же переправляю ее в г. Момбасу в Кении. Мой оператор Алан Рут принимает ее там и гонит своим ходом пару тысяч километров до Уганды. Когда я после девятичасового полета приземлился на аэродроме в Энтеббе (так быстро теперь туда можно добраться из Европы!), он уже встречал меня в этой весьма элегантной красной машине. Я погрузил туда свои чемоданы, откинул верх и мы двинулись к национальным паркам.

Машина мчалась со скоростью 110 км/час по проселочной дороге и выглядела отнюдь не как обычный вездеход, а как красивая и модная легковая автомашина. Когда мы останавливались у бензоколонок, нас сразу же окружала толпа африканцев, которые присаживались на корточки и заглядывали под машину: они тут же замечали, что сзади между колес имеется два винта. Их удивле-



Однако он не покинул поля боя — на этом снимке моему оператору удалось запечатлеть момент, когда бегемот поднырнул под машину и приподнимает ее на своей спине, стараясь опрокинуть (*вверх*). Мой оператор Алан Рут с женой сидел в уютной лодчонке и поэтому старался держаться подальше от бегемотов (*посередине*). Велико было удивление местных жителей, переправляющихся на пароме через реку, когда они увидели, как я в своей машине прыгнул с берега в воду (*внизу*)



Когда на машине-амфибии прыгаешь с берега в воду перед ветровым стеклом поднимается фонтан брызг. Если же вода попадает в машину, достаточно нажать кнопку, чтобы электронасос ее тут же выкачал

нию не было границ: оказывается, на такой машине можно ехать и по воде?

Машина действительно оказалась превосходной: когда мы ее опробовали в Казинга-канале в национальном парке Королевы Елизаветы, а также в прилежащем озере Эдуарда, выяснилось, что совсем не обязательно осторожно въезжать в воду; очень скоро мы научились влетать в воду на полном ходу, с шумом, поднимая целый фонтан брызг перед ветровым стеклом. Для того чтобы переключить двигатель с колес на гребные винты, нужно только повернуть рычаг, а управление осуществляется все той же баранкой, потому что рулем служат передние колеса.

Как велики были удивление и испуг людей едущих на пароме, который я обгоняю и вокруг которого делаю пару «кругов почета»! Обе дверцы моего автомобиля достают до воды, однако они закрыты герметически. При переходе с суши в воду их специальной рукояткой прижимают еще крепче.

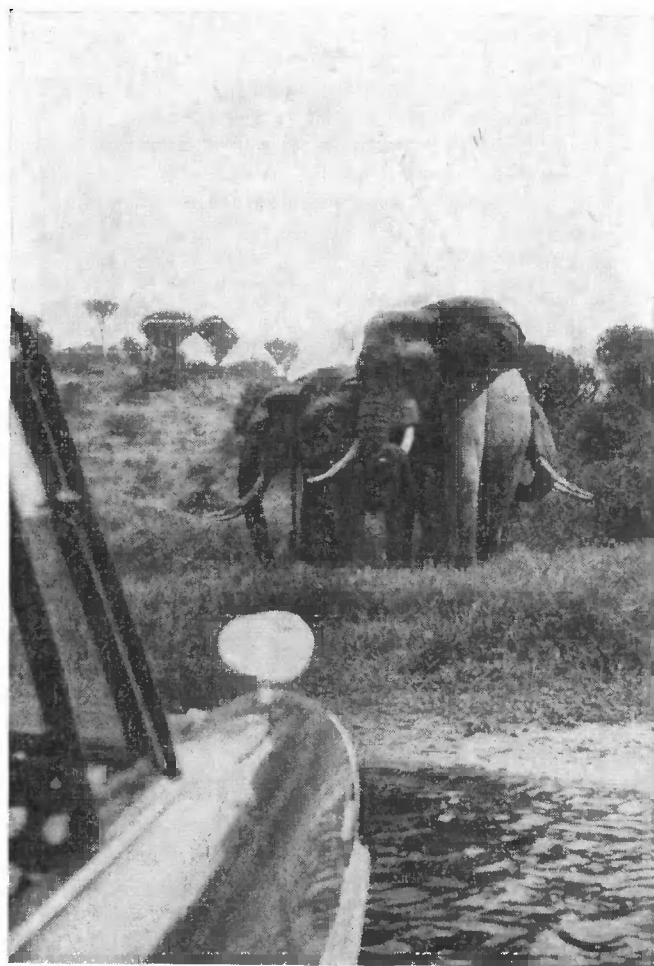
СЛОН В ПЛЕНУ

Конечно, такой автомобиль-амфибия — превосходная игрушка для взрослых мужчин! И я наслаждаюсь ею вдоволь, прежде чем передать по назначению.

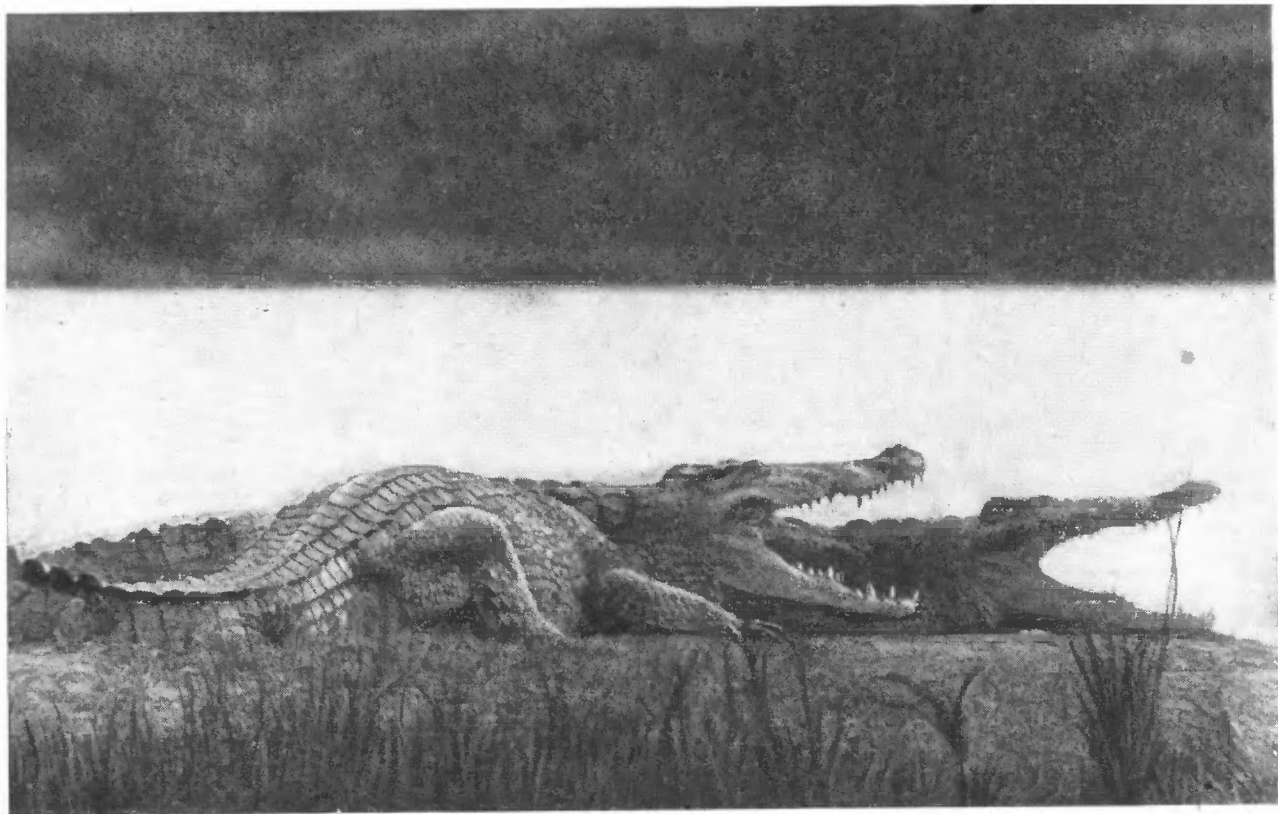
Семья бегемотов принимает мою амфибию за лодку, и самец грозно бросается мне

навстречу. Но видя, что я спокойно продолжаю свой путь, все двадцать толстокожих почитают разумным скрыться под водой. По пузырькам, расходящимся лучами по воде, я узнаю, где они сейчас находятся. Дело в том, что когда бегемоты бегут по дну, они ворошат своими широкими ногами придонный ил, и пузырьки газа из него поднимаются к поверхности.

Но один самец, оказывается, не удрал — он здесь, подо мной. Я внезапно чувствую как колеса наезжают на что-то круглое и скользкое. Потом меня приподнимают кверху. Но автомобиль — не лодка. Его не так-то просто опрокинуть — тут обычный трюк рассерженного бегемота не пройдет! Пом-



Так близко подъехать к слонам можно только в воде, на суше это мало кто себе позволит. В воде же слоны редко переходят в наступление



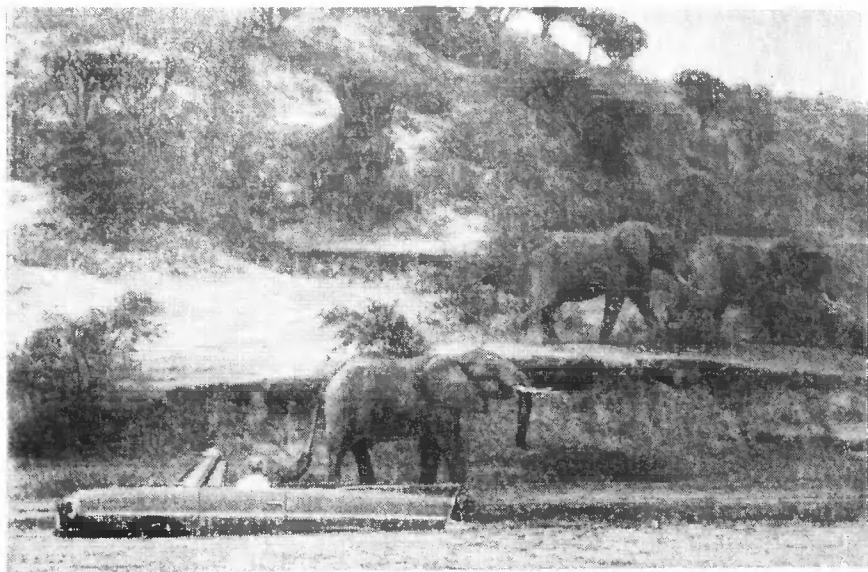
Крокодилы уже давно стали «жертвой моды». Их повсюду нещадно истребляют. Здесь, в Угандинском национальном парке, до сих пор было очень трудно бороться с браконьерами, охотниками за крокодиловой кожей. Машина-амфибия сильно облегчит дело охраны парка

ню, как несколько лет тому назад на той стороне озера Эдуарда, принадлежащей Конго, бегемот атаковал мою железную лодку. Правда, опрокинуть ее ему не удалось, но африканец, сидящий на ее борту, описал в воздухе круг и плелнулся прямо на клык, торчащий из широко разинутой пасти толстокожего. Человек сильно поранил себе ягодицу, но преследовать и кусать бегемот его не стал — они вообще редко нападают в воде на людей. А выкинуть меня из эдакой машины не удастся, разумеется, ни одному, даже самому сильному толстокожему. Я сижу удобно и прочно на своем мягком сидении и поистине наслаждаюсь «победой человеческой техники над силами природы». Скверно было бы только, если бы бегемоту вздумалось пробить своим клыком дырку в обшивке, тогда эта штука легко может пойти ко дну. Но этот бегемот настроен не столь агрессивно — он не так уж всерьез рассержен.

Алан в это время успел заснять на пленку все это неожиданное происшествие с бегемотом. Он находится в гораздо более опасном положении: сидит в настоящей скорлуп-

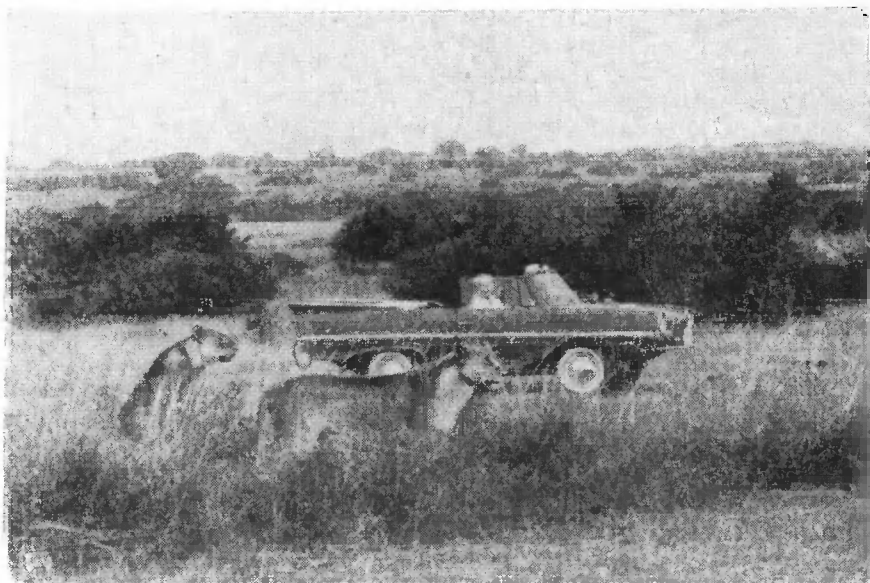
ке — деревянной лодочке с подвесным мотором, да еще вместе с молодой женой Жоан. Корма лодки едва возвышается над водой, так что Жоан все время приходится вычерпывать воду. Вот если бегемот их зацепит, то они имеют шанс быстро промокнуть! Поэтому они и стараются держаться на почтительном расстоянии от этих чудовищ и охотней пользуются телеобъективами.

Слоны тоже обычно стараются преследовать своих врагов на суше, а не в воде. Поэтому я дерзко подвезжаю прямо к группе слонов, пьющих воду у самого берега. Несмотря на то, что я заблаговременно выключил мотор и подплываю к ним бесшумно, эти верзилы забеспокоились. Они отступают, топчя мягкий прибрежный песок, поводят своими огромными ушами и в следующее мгновение исчезают, ловко взобравшись по поросшему кустарником откосу. И сразу все стихает, словно здесь только что и не было этих колоссов. Но одному самцу, пасшемуся отдельно за песчаной косой пришлось со мной познакомиться поближе. Он оказался столь легкомысленным, что зашел по мелководью на совсем узкую полоску пляжа, за



Слоны безмерно удивлены — такую красную диковину они еще никогда в воде не встречали...

Что же касается львов, то их ничем не удивишь: даже такая яркая машина не привлекла их интереса — они остались невозмутимыми



которой поднималась совершенно отвесная стена берега. Вернуться назад он уже не решался, потому что я и мой красный автомобильчик не внушали ему доверия. Он продолжал отступать вдоль отвесной стены, пока большое дерево не преградило ему дороги. Таким образом этот дуралей попал в ловушку. Памятуя, что «лучший способ обороны — это наступление», он, громко трубя, делает несколько угрожающих шагов мне навстречу. Однако, заметив, что эта красная штукавина и не думает от него убегать (на что он, видимо, втайне надеялся), слон снова теряет присутствие духа и отступает. Окажись он похрабрее, я не уверен, что смог бы так быстро включить мотор, чтобы вовремя отъехать. Наконец, полный отчаянной решимости, он совершает

прорыв и, проскочив быстрым шагом мимо меня, исчезает в кустарнике на более отлогом месте. Когда такие великаны в панике от вас убегают, вы начинаете казаться себе значительно внушительней; во всяком случае, когда я пробираюсь по африканским джунглям пешком, я держу себя значительно скромней...

Это прекрасное «автомобильное чувство» меня не покидает и я наслаждаюсь им, удобно устроившись на мягком сидении. Только на мелком месте надо быть осторожным, чтобы винт не застрял в песке. Дело не в том, что он может легко сломаться — винты вмонтированы высоко между задними колесами и потому не достают до дна; даже если застреваешь, нетрудно высвободиться, пустив в ход задние колеса. Однако

на переключение двигателя и снятие с мели уходит некоторое время и вы начинаете чувствовать себя несколько неуютно. Если в этот момент на берегу стоит возмущенный кафрский буйвол и делает угрожающие движения в вашу сторону. Если при подобных обстоятельствах внутрь машины попала вода, то достаточно потянуть за ручку, чтобы заработала электрическая помпа, которая мгновенно выкачает всю воду.

ЛВЫ ПОСЕТИТЕЛЯМИ НЕ ИНТЕРЕСУЮТСЯ

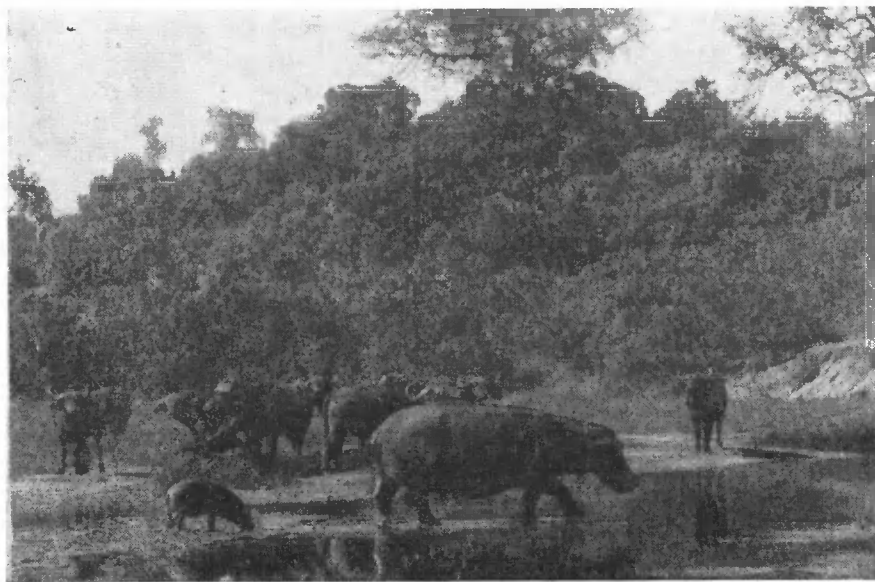
Мне совершенно непонятно, каким образом в такой посудине двое недавно ухитрились утонуть. Это случилось возле Гамбурга, и я прочел об этом в газете. Вероятно, у них был закрыт верх и они в панике не могли его снова открыть. Я предусмотрительно езджу в открытой машине, что для меня совсем непривычно. Ведь обычно здесь, в Африке, мы пользуемся закрытыми вездеходами, в которых сидишь, как в домике, и откуда в лучшем случае можно вылезти через верхнее отверстие на крышу. Из этой открытой машины гораздо удобней снимать.

Семейство львов ничего не имеет против моего визита и даже разрешает осторожно проехать между львицами и их детенышами. Они ведут себя так, как ведут себя сейчас

все современные львы в национальных парках. Они все меньше обращают внимания на назойливость посетителей, приезжающих на машинах. Они не только не нападают на вас, но даже не рычат, они просто не удостоивают вас вниманием. Вы просто не существуете для них, вы что-то вроде настыранных мошек. Если они улеглись в тени, то никакой вездеход и даже 20 туристов не в силах вынудить их подвинуться на один метр, чтобы сфотографировать при солнечном освещении. Львица не обращает на вас никакого внимания, ее взгляд лениво скользит мимо и вы можете кричать, свистеть, топать ногами — она даже не повернет головы в вашу сторону. Если какой-то лев и посмотрит в вашу сторону, то создается впечатление, что он смотрит сквозь вас — вы для него пустота, воздух.

Многие люди очень тяжело переживают такое пренебрежение. Им хочется бросаться камнями и ругаться, чтобы заставить царя зверей удостоить их хоть беглым взглядом. Однако эта большая желтая кошка поднимается, наискось пересекает расстояние между вами, проходит в полуметре от задних колес вашей машины и исчезает за ближайшим холмом.

Львы, которых я сейчас, наконец, обнаружил здесь прямо среди голой степи, несколько не заинтересовались моей красной машиной, хотя, безусловно, никогда еще не видели такой сверкающей и сверху открытой диковины. Такова уж их невозмутимость. Это три взрослых львицы с уже подросшими детенышами и одним совсем маленьким, примерно четырехмесячным. Я утешаю себя тем, что хотя бы бэби мной несколько заинтересовался. Он отделяется от общей группы, разглядывает меня и обходит мою красную амфибию кругом. Может быть, теперь мама-па забеспокоится о нем? Может быть, теперь она подойдет чтобы приглядеть за своим малышом? Ничуть не бывало. Я



Кафрские буйволы и бегемоты мирно пасутся на мелководье. Такую идиллию можно теперь увидеть только в национальных парках, больше нигде в Африке



Такая амфибия, на которой можно свободно разъезжать и по суше и по воде, — самая замечательная игрушка для взрослого мужчины!

продолжаю оставаться пустотой для нее. Она сидит так близко, что я мог бы пересчитать все волосы ее усов.

И в то же время среди здешних львов есть какой-то преступник. Потому что прошлой ночью на границе национального парка впервые за 15 лет один человек был буквально съеден. Он ловил рыбу, задержался и пришел слишком поздно к пограничной заставе. Потому его и не пропустили в Конго. Пограничники предложили ему переночевать в ближайшем домике у проезжей дороги. Обитатели хижины ничего не имели против, только не согласились взять в комнату ведро с мертвой рыбой. Боясь оставить свой улов без присмотра, этот человек решил заночевать на крыльце. На другое утро его не нашли. Кровавый след вел в кустарник. Там в луже крови лев оставил лишь руку и ногу несчастного.

Но этот случай из ряда вон выходящий.

Чаще здесь бывает наоборот. За последние десятилетия бесчисленное множество львов раздавлено автомашинами на дороге, ведущей через парк Королевы Елизаветы. За пару дней до этого трагического происшествия грузовик врезался прямо в группу отдыхавших львов, одного убил, а остальных покалечил, так что они, прихрамывая, разбежались.

Хотя американские туристы усиленно уговаривали меня продать им мою амфибию, приведшую их в необычайный восторг, однако я остался тверд в своем решении: вместе с моим другом Обри Букстоном мы решили подарить ее угандинскому национальному парку. Будем надеяться, что с ее помощью новому африканскому директору парка, господину Франсису Катете, удастся полностью покончить с браконьерством.

Перевод с немецкого Е. А. Геевской

УДК 629.1.078

ИСТОРИЯ ОДНОГО ИСКАНИЯ

Н. А. Романов

Публикуемые воспоминания принадлежат сотруднику И. П. Павлова, математику Н. А. Романову. История о том, как никому еще неизвестный молодой математик в 1929 г. написал великому физиологу о своем замысле математического истолкования процессов типа выработки условных рефлексов и предполагаемых исследованиях в этом направлении¹ — чрезвычайно любопытна. И. П. Павлова заинтересовали идеи Н. А. Романова и он привлек к их обсуждению известного математика Н. Н. Лузина. Молодой ученый был приглашен в Ленинград к великому физиологу, где в присутствии Н. Н. Лузина он изложил свои идеи. Результатом этой беседы явилось привлечение Н. А. Романова в число сотрудников И. П. Павлова. Первоначальный замысел Н. А. Романова был опубликован по представлению Н. Н. Лузина в «Докладах АН СССР» в 1935 г.². Но задуманная Н. А. Романовым экспериментальная работа так и не была осуществлена. В начале войны талантливый исследователь скончался. Мы помещаем заключительную главу из оставленных им интересных воспоминаний. В них очень ярко рассказано о встречах с И. П. Павловым и П. Н. Лузиным.

Как выяснилось из моей дальнейшей переписки с личным секретарем академика Ивана Петровича Павлова, его сыном Всеволодом Ивановичем, обсуждение письма, посланного мною академику И. П. Павлову весной 1929 г., должно было состояться в первых числах ноября 1932 г., в Ленинграде. К этому же сроку должен был приехать из Москвы в Ленинград на сессию Академии наук СССР известный математик, академик Николай Николаевич Лузин. Как я узнал впоследствии, мое письмо было тщательно рассмотрено с математической точки зрения академиком Н. Н. Лузиным где-то на даче под Москвой, где он в это время отдыхал и куда специально для этого приезжал В. И. Павлов. Результатом этого совместного рассмотрения и была открытка, посланная мне в Воронеж и пересланная мне затем моим отцом в Коротояк. До того, как мое письмо было рассмотрено Н. Н. Лузиным, Павлов давал его для отзыва профессору физики Ленинградского университета Ю. П. Круткову. Однако, рассказывал мне

В. И. Павлов, ответ его был настолько неопределенным, что В. И. Павлов вынужден был обратиться к академику Н. Н. Лузину.

Незадолго до своей поездки в Ленинград я устроил у себя на квартире нечто вроде репетиции доклада, который я предполагал сделать академику И. П. Павлову. Я приглашал к себе человек десять своих друзей, которым и изложил основные мысли своего будущего сообщения. Они реагировали различно. Я видел это как по их лицам во время моего изложения, так и по их непосредственным высказываниям. Одни горячо поддерживали основную мысль моей работы, подчеркивая ее новизну, другие были настроены скептически и указывали на возможность критики защищаемых мною положений с методологической (философской) стороны.

...И вот мы с отцом уже в пути. Его беззлые подшучивания бросают меня то в жар, то в холод:

— Приезжаем мы в Ленинград. Ты звонишь по телефону на квартиру академику Павлову. Долго не отвечают. Наконец, после ряда неудачных звонков, тебе отвечает старческий, простуженный, хриплый голос: «Что угодно? Кто говорит?» Ты (с замиранием

¹ О сущности этих идей Н. А. Романова см. далее послесловие акад. А. Н. Колмогорова.

² ДАН, 1935, № 4, стр. 193—200.

сердца, робая): «Это я ... Романов... тот самый... из Воронежа... который письмо...» Павлов перебивает: «Какой Романов? Не знаю, не знаю... Что-то не помню». Наконец, после долгих усилий тебе удастся попасть на квартиру к академику. Ты долго ждешь в темной передней. Из соседней комнаты (кабинет Павлова) слышно, как кто-то недовольно кашляет и сморкается. Звонок. К Павлову проходит, не обращая на тебя никакого внимания, седобородый, важный, маститый академик. Это — Лузин. Из-за плотно закрытых дверей до тебя доносится звон чашек и чайных ложечек. Они пьют кофе. Неожиданно из кабинета Павлова выходит Н. Н. Лузин. Он держит в руках маленький листок бумаги. Обращаясь к тебе, он говорит: «Вот что, молодой человек... Мы там пока бесе-

дуем с Иваном Петровичем, а вы возьмите-ка вот этот интегральчик. Я его специально для вас приготовил. Нужно же ближе с вами познакомиться, узнать вашу подготовку». Передает тебе листок и уходит. Ты смотришь на листок и видишь сложный интеграл, каких никогда ты не видывал. Ты уныло начинаешь думать...

А поезд все шел и шел. Мы не задерживались в Москве, и вот уже в окне вагона типичный северный пейзаж: кочки, болота, убогие кривые сосенки.

Что меня поразило в Ленинграде — это ощущение простора, свободы, порядка. Перед нами — как по линейке протянулся светлый Невский проспект, нацелившись прямо в Адмиралтейство... Мелькнули фигуры Аничкова моста, Зимний Дворец, Дворцовый мост,



Н. Бор в гостях у И. П. Павлова. *Справа налево*, сидят: И. П. Павлов, Н. Бор, супруга Н. Бора. Во втором ряду стоит группа сотрудников И. П. Павлова; среди них *второй слева* — Н. А. Романов, *третий* — В. И. Павлов, сын ученого. Фото тридцатых годов, публикуется впервые

Фондовая Биржа, Ростральные колонны... Вот и Петроградская сторона. Здесь в самом начале ее, недалеко от моста, жил мой дядя, старый петербуржец. К нему мы и направились. Встретил он нас чрезвычайно радушно. Не откладывая, сейчас же по приезде, из соседней квартиры я позвонил Павлову. Кнопка Б 5-56-57... Я волновался и путал кнопки А и Б — старомодная особенность ленинградских телефонов. Я долго не мог дозвониться. Наконец, мужской голос очень сухо и, как мне показалось, высокомерно ответил:

— Академика Павлова дома нет.

И все. Несколько позже низкий женский голос, очевидно, принадлежавший полной пожилой женщине, отвечал:

— Академик Павлов в Колтушах.

Я позвонил на следующий день. Старческий голос (у меня моментально запотело ухо, прижатое к телефонной трубке) быстро и деловито спросил:

— Что?... Какой Романов?... (у меня похолодело в сердце) Да... да.. знаю... Это все организует сын Всеволод. Организационная сторона совещания лежит на нем. Он договаривался с академиком Лузиным. Вот в чем дело. Позвоните позднее.

И, не дав сказать мне ни слова в ответ, Павлов (это был он) повесил трубку. Деловито и коротко. Ничего лишнего, ничего приветливого. «Даже не спросил, как я доехал!» — подумал я. Чувство разочарования шевелилось в сердце. Что-то похожее на панический вариант — думалось мне.

Вскоре я опять позвонил. Мягкий, приятно вибрирующий баритон протяжно-просительно произнес: «Да-а-а?»

— Говорит Романов, приехавший из Воронежа. Извините, что так часто звоню к вам...

Мягкий баритон, приятно вибрируя, интонация которого ясно стремилась показать, что в данном случае никаких затруднений не будет, что сейчас все будет разрешено и улажено к общему удовольствию и в дальнейшем пойдет, как по маслу, успокаивающе произнес:

— Лично со мной вы разговариваете в первый раз. Обсуждение вашей работы назначено на послезавтра, на час дня, и будет происходить на квартире у академика Павлова. Будьте любезны точно к этому времени приехать туда. На всякий случай напоминаю вам адрес: Васильевский остров, 7-я линия, д. 2, кв. 11. Академик Николай Николаевич Лузин обещал быть.

И тоже быстро (как отец) повесил трубку.

Я почти дословно выучил свой доклад. И все же мне казалось, что не все еще в нем окончательно готово. Конспект доклада я написал на длинных узких листках — наподобие тех, на которых я составлял конспекты своих лекций в техникуме.

Накануне знаменательного дня вечером я отправился погулять по набережным Ленинграда. Был канун праздника Октябрьской революции. Набережные, площади, карнизы дворцов, шпиль Петропавловской крепости — все это было богато и с большим вкусом иллюминировано. На Неве у Фондовой биржи, у Тучкова моста стояли миноноски и подводные лодки Балтийского флота. Они тоже светились разноцветными огнями. Набережные были полны гуляющей публикой. К небу взлетали разноцветные римские свечи, горели бенгальские огни. Резко и властно и вместе с тем как-то удивительно легко и свободно взмахивали в пустом пространстве длинные мечи прожекторов. Я заметил одну характерную особенность: когда ракета взлетала кверху, она оставляла за собой дымовой след — длинную параболическую дугу голубоватого оттенка. Прожекторы улавливали этот момент и после взлета ракеты делали ясно видимым этот дымовой, долго висящий в воздухе след. Ракет было много. Голубоватые параболические арки переплетались между собой в бездонной пропасти темного осеннего неба над большим праздничным городом, и все это хрупкое легкое целое, весь этот ажурный дымовой свод, построенный из голубоватых арок, вызывал легкое чувство головокружения.

Мы прошли мимо Университета и Академии Художеств и дошли до 7-й линии. Здесь живет академик И. П. Павлов. Здесь я буду завтра. О чем он думает, что он делает сейчас — этот великий старик? Дом стоял важный, затихший с темными окнами, каменный, прочный академический дом. Я почувствовал невольное уважение к нему. Всякий дом имеет свое «выражение лица». Самое древнее, самое крепкое человеческое воззрение — это анимизм. Быть может, ярче всего оно проявляет себя в нашем восприятии внешнего облика домов. Дом не просто стоит. Дом смотрит на окружающий его мир глазами своих окон. Этот дом казался мне крепким, бодрым стариком, много выдавшим на своем веку, знающим себе цену и потому спокойно смотрящим на новую жизнь, хлопотливо снующую вокруг него...

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
академика И. П. ПАВЛОВА

2-й декабрь 1932 г.

№ 30

ЛЕНИНГРАД

Полушкинская ул. № 12

Тел. 561-95

Настоящим удостоверяю, что Николаем Александровичем
Р О М А Н О В Ы М представлены две работы :

1. О стандартной таблице для опытов с условными ре-
флексами.
2. Условные рефлексы и формула вероятности.

Первая работа имеет техническое значение и выполнена
с исключительной тщательностью. С кратким конспектом второй
из этих работ Н.А. Романов лично ознакомил 7 октября 1931 г.
в Ленинграде академика Н.М. Лузина и меня, и мы оба признали
эту работу имеющей серьезное значение

Академии

И. Павлов

осенний день. Мысль работала отчетливо. До часу дня было еще далеко, и я вышел подышать свежим воздухом Ленинграда.

Как я уже писал, что меня поразило в этом великолепном городе (и это чувство не покидало меня и тогда, когда я уже жил в нем) — это впечатление простора и свободы. Это ощущение голубого простора, высокого ясного неба, золотых шпилей, стремящихся куда-то ввысь, ощущение художественной законченности стройных архитектурных ансамблей, широких перспектив Невы и воздух! Воздух особый, ленинградский, необычайно чистый, говорящий о близости морского простора, воздух бодрый и свежий, насыщенный запахом смолы, идущим от скрученных канатов и корабельных бортов, воздух, пахнущий сладковатым запахом осиновых дров, сложенных штабелями на баржах у набережных... Может быть оттого, что район моих странствований по Ленинграду в этот приезд лежал, главным образом, вблизи Фондовой Биржи, Тучкова моста, т. е. в восточной части Васильевского острова, где расположены университетские кварталы, — не знаю — только это ощущение простора, высоты, синевы и свободы не покидало меня. Япил этот

Письменный отзыв И. П. Павлова о работах Н. А. Романова

Возвращался я по другому берегу Невы. Я очень устал. Как во сне видел я проплывавшие мимо громады Исаакия, знакомый с детства по картинкам гордый силуэт медного всадника. Вот и Сенатская площадь. В сознании вспыхнули имена декабристов. Ленинград-Петербург, славный город, город Пушкина и Блока, проходил мимо. Каждый камень здесь был священен.

На следующий день я проснулся бодрый и свежий. Сон подкрепил меня. Не было и следа вчерашней усталости. Я просмотрел свои конспекты. Стоял ясный, прохладный

воздух полной грудью. Я мог сказать, что живу полной жизнью! Мне нравилось, проезжая через какой-нибудь мост на трамвае (Дворцовый или Троицкий), взглянуть в синеватую даль Невы, помечтать на мгновение о столь близких лесных озерах Финляндии, о скалистых фьордах Норвегии, где бродил с ружьем лейтенант Глаз, о соленых просторах Балтики. Мне нравилось, глядя на круглые камни булыжной мостовой у Фондовой Биржи, представлять себе, что по этим самым камням (я гнал от себя мысль о том, что мостовая неоднократно ремонтировалась) про-

ходят ноги в сапогах с ботфортами, ноги в белых чулках, туго натянутых на мускулистые сильные икры, обутые в добротные прочные туфли с блестящими пряжками. Мне казалось, что между такой мостовой из желтоватых, круглых камней и ногами, обутыми именно таким образом, больше соответствия в стиле, нежели ногами, обутыми в современные ботинки, которым больше идет гладкий серый асфальт.

(Замечу, что в 1935 г. все эти места были асфальтированы).

Золотые с вырезами завороты крыши на колокольне Петропавловской крепости чем-то напоминали мне шляпу Петра I. Ангел под крестом на колокольне то появлялся, то исчезал и это — пока я не узнал, что он представляет собою флюгер и иногда поворачивается к нам в профиль — приводило меня в недоумение. Я заметил, что статуи на крыше Зимнего Дворца производят впечатление падающих: они чуть наклонены вперед, как будто всматриваются в то, что делается внизу...

Было около полудня. Пора было возвращаться домой. У дяди я попрощался со своими. На лицах их было написано заметное волнение.

— Прежде чем начать излагать свои мысли, не забудь спросить, каким временем ты располагаешь, а то не рассчитаешь доклада, — напутствовал меня отец.

Я ехал на трамвае. Мимо проходили кварталы Васильевского острова. Я мысленно повторял свой доклад.

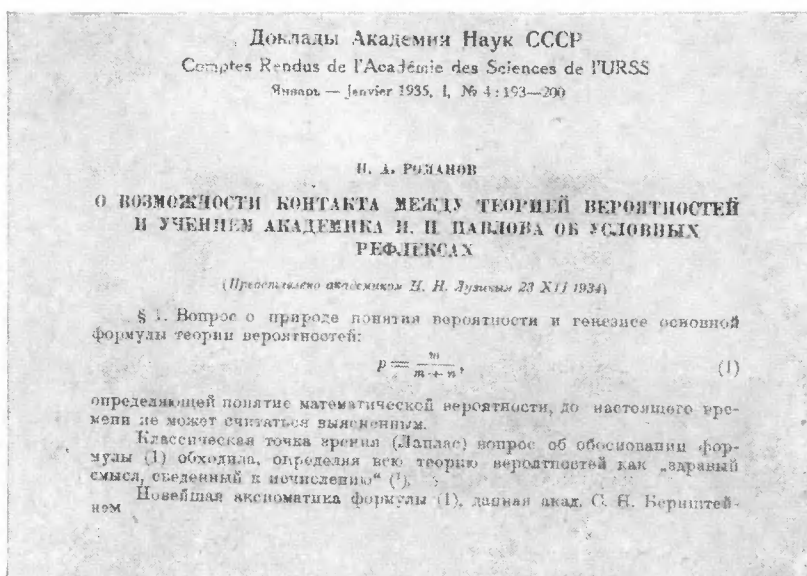
— Следующая остановка — 8-я линия, — равнодушно произнесла кондукторша.

— Как восьмая? А — седьмая? — воскликнул я.

— Седьмая только что была, — так же равнодушно и бесстрастно отвечала та.

Трамвай уже шел полным ходом. Мелькали дома, вывески, ворота. Я посмотрел на часы. Было без 12 минут час.

— Только, пожалуйста, точно, — прозвучал где-то в глубине сознания голос Всеволода Ивановича. В голове была только одна мысль: «Я опоздал! Все кончено. Все потеряно. Я опоздал на совещание, от которого, быть может, зависела бы вся моя судьба, вся моя дальнейшая жизнь!»



Первая публикация Н. А. Романова — в «Докладах Академии наук» за 1935 год

Не дожидаясь полной остановки вагона, я прыгнул на ходу и, что называется, дал скорость. Я выбежал на 7-ю линию. Посмотрел на номер дома. Рядом со мной был № 42. А мне нужен был № 2! Это были все большие, высокие дома с широкими проездами, огромными фасадами.

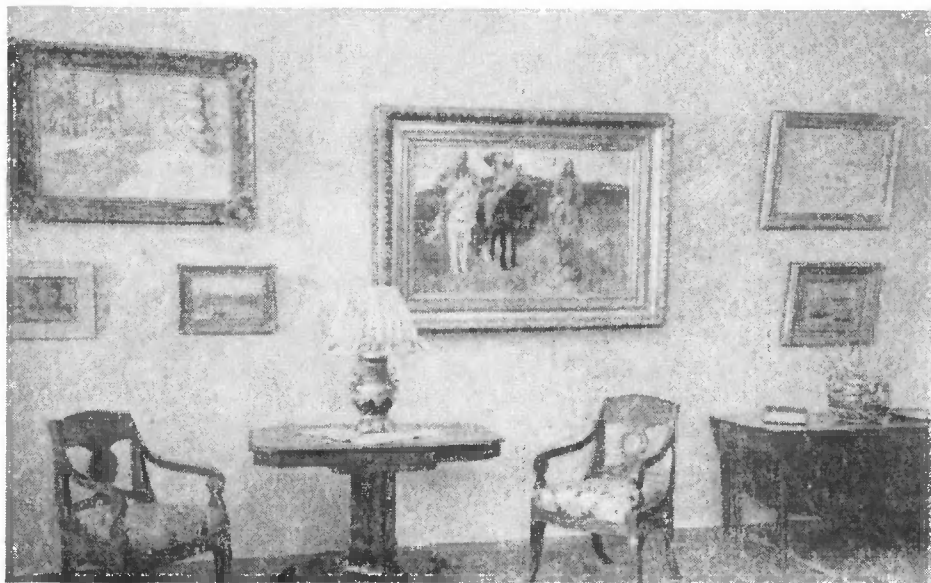
Вот дома № 30, 28, 26... 16, 14, 12... 8, 6, 4... Наконец дом № 2! Я узнал его, моего вчерашнего знакомого. Это был большой трехэтажный серо-желтый дом, чем-то напоминавший мне Воронежский университет. Я поспешно взбежал по каменной, широкой лестнице казенного здания. Какой-то особый запах пустого камня, соединенный с прохладой и гулким резонансом моих шагов охватил меня. Мне казалось, что можно было слышать на расстоянии, как стучит мое сердце. Я позвонил...

Мне открыл высокий, плотный мужчина с прямым пробором, с небольшими часто прищуривавшимися глазами, с красиво очерченным носом с тонкой переносицей и горбинкой, открытым лбом и умным прямым взглядом. Я представился. Приветливо улыбаясь, Всеволод Иванович (это был он), как бы ненароком, взглянул на часы. Было без пяти минут час. Что он хотел сказать этим своим намеренно подчеркнутым движением? Что прийти на 5 минут раньше назначенного времени, согласно павловским правилам,

так же невежливо, как прийти на 5 минут позже? Не знаю... только подчеркнутость этого жеста для меня была очевидна. В передней было полутемно. Направо была дверь, из-за которой доносился звон стаканов, чашек и ложек. Они пили кофе. (Папин вариант — подумал я). Всеволод Иванович провел меня налево в большую залу и оставил меня одного.

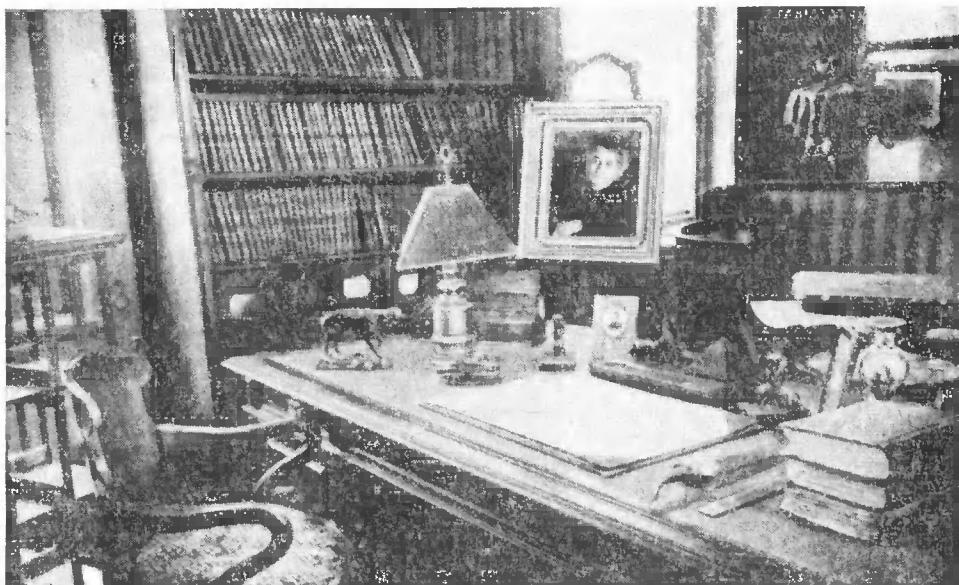
Я сел на небольшую низкую мягкую козетку и осмотрелся. То, что окружало меня, было великолепно. Я не ожидал такой роскоши. Эта зала представляла собой нечто среднее между музеем и дворцом. Три широких окна выходили прямо на Неву и через эти высокие прямоугольники в залу лился ровный спокойный золотисто-голубоватый свет. Он отражался в крышке рояля, играл светлыми зайчиками на позолоченных рамах множества картин, висевших на стенах, тонул в бархате мебели, в мягких красках толстых, пушистых ковров, в которых глубоко утопала нога... Картин было множество: не было ни одного свободного места на стенах... В глазах пестрило... В числе других картин я заметил и копию (как я узнал впоследствии, исполненную самим автором) «Трех богатырей» Васнецова. Столбы золотисто-голубоватого света косо стояли в зале и, сочетаясь с моим душевным состоянием ожидания, отдавались в сердце какой-то торжественной напряженностью.

Сидеть на козетке было неудобно: она была слишком низка. Я просматривал свои конспекты. Но мысли разбегались, совсем не подходили к моменту: я жалел, что не успел подстричься, а только побрился, думал о том, что сзади, на воротничок, вероятно, свисают досадные маленькие небрежные косички. Я решил изменить порядок своих листков и перебирал их, как вдруг откуда-то сбоку стремительно выскочил (я заимствую это выражение из воспоминаний художника М. В. Нестерова ввиду его удивительной меткости и правдивости), да, именно «стремительно выскочил» маленький, сухой, крепкий старик. В нем не было ни тени величавости, спокойствия и той торжественности, с какой мы привыкли сочетать наше представление о «великих мира сего». Это был крепкий, сухой, бодрый старик в сером английском костюме хорошего покроя. Мягкий белоснежный воротничок охватывал старческую шею. Он очень заметно хромал. Но и в хромоте его было что-то стремительное. Казалось, что она не мешает ему идти, а, наоборот, что, пользуясь ею, как бы отталкиваясь поврежденной ногой от почвы пола, старец набирает нужную скорость. От всей его фигуры веяло какой-то свежей бодростью. Казалось, что он только что умылся или принял холодную ванну. Он стремительно опустился в кресло и перекинул ногу за ногу в крепких ботинках с толстыми



В ленинградской
квартире
И. П. Павлова

Кабинет
И. П. Павлова в
особняке на Ва-
сильевском острове



подошвами, наподобие австрийских. На руке его я успел разглядеть большую, розовую, блестящую шишку. Несколько секунд прошло в молчании. Мы сидели и смотрели друг на друга — великий ученый с мировой славой, почетный член европейских академий, гений, проникший в сложный механизм того тончайшего целого, что именуется человеческим мозгом, человек, чей удельный вес на весах истории науки и цивилизации не уступит золоту и платине формул Ньютона — этот человек и я — скромный, безвестный преподаватель провинциального техникума — мы сидели в большой роскошной зале и изучали друг друга. Павлов первый нарушил молчание.

— В Воронеж университет, кажется из Юрьева перевели? — спросил он.

Я понял, что это рекогносцировочный вопрос, что это вопрос так, «между прочим», что Павлов, хочет немножко изучить меня.

— Да, из Юрьева, — отвечал я.

Снова наступило непродолжительное молчание.

— А вы знаете, я ведь тоже немножко теорией вероятностей занимаюсь, — с добродушным смехом сказал Павлов. — По воскресеньям вошло у меня в привычку раскладывать карточные пасьянсы. Ну, вот, когда пасьянс не выходит — по вашей-то теории вероятностей — тут и смешишься немножко... — и Павлов снова добродушно рассмеялся. Куда девалась вся европейская

холодная подтянутость и сдержанность?! Это был простой, добрый, русский старик, с доброй улыбкой милого старого дедушки. Почему-то вспомнилась пасека, мой собственный дедушка, отдаленное детство.

— Вот такая штука, — сказал Павлов, немного помолчав.

Но тут я не выдержал. Разговор о Воронежском университете и карточных пасьянсах явно не устраивал меня. Я вспомнил о цели, ради которой приехал из Воронежа. Вспомнил, что время дорого, что секунды летят. Вспомнил наставления папы. И без всякого перехода, быть может, несколько резко и порывисто, слишком поспешно, опережая события, я спросил Павлова:

— А каково ваше мнение о возможности математической обработки учения об условных рефлексах?

— По-моему, это преждевременно, — коротко ответил он.

«Так зачем же вы меня вызывали?!» — чуть не вырвалось у меня. Но не успел ничего сказать: в залу поспешной, уверенной поступью вошел Всеволод Иванович. В комнате распространился легкий запах одеколона. Я мог лучше рассмотреть Всеволода Ивановича. Это был высокий плотный мужчина с аккуратным английским пробором, с прямым умным взглядом небольших серых глаз, в которых светилась воля.

В руках он держал какую-то рукопись. В ней мне почудилось что-то знакомое.



Академик Н. Н. Лузин

Я узнал свое письмо, которое я послал Павлову в 1929 г.

И сейчас же в залу вошел четвертый участник нашего совещания — академик Николай Николаевич Лузин. Внешность его меня поразила. Нет, я решительно не такими представлял себе академиков! Не было и в нем ни следа торжественности, важности, «маститости». Во внешности академика Лузина было что-то детское, что-то ребячески-наивное. Было ли это в его непропорционально большой, как у детей, голове, в его очень выпуклом, круглом лбе с прилипшим к нему наивным завитком светлых волос — видимо, Н. Н. Лузин торопился на совещание; было ли это в его светло-голубых глазах, которые он иногда в увлечении беседой чуть-чуть неестественно закатывал вверх — не знаю, только весь он походил на большого ребенка.

Все мы четверо сели в кружок, который образовала мебель. Под нашими ногами, на полу, лежала дорогая шкура какого-то зверя вроде тигра. На нее я и положил длинные

листки своих конспектов. Одна полоска с главными формулами, написанная синим и красным карандашом, выделялась ярко среди других. В наших позах, в нашей сосредоточенности, в склоненных фигурах над этими продолговатыми листками, лежащими на шкуре зверя, мне почудилось что-то древнее, что-то античное.

— Каким временем я располагаю? — спросил я, вспомнив папин совет.

— Ну, полчаса, — сказал Павлов.

— Мною можете располагать в течение какого угодно срока неограниченно, — сказал Лузин.

— Мною тоже, — сказал Всеволод Иванович.

Я приготовился говорить.

— Одну минутку, — остановил меня Всеволод Иванович, — обратился он к Павлову с какой-то торжественностью. — Здесь присутствует Николай Николаевич — представитель совсем другой отрасли науки. Я думаю, будет нелишне, для пользы дела, если ты нам кратко изложишь основы своего учения.

Павлов согласился. Да, одно дело — изучать по книгам в урывках между нудными уроками, где-то в далеком провинциальном Воронеже великое учение Павлова о поведении высших животных и человека, а другое дело — слышать его, восприимая это учение, так сказать, из первых рук, непосредственно слушать автора этого учения, когда он в сжатой, блестящей форме излагает квинт-эссенцию своего учения — этот «плод своего неотступного думания». Я был свидетелем этого необычайного доклада.

— Приспособление организма к окружающей среде, уравнивание его со внешней средой осуществляется при помощи реакций двух типов, — сказал Павлов. — С одними из них, в их уже, так сказать, готовом виде животное рождается, они не требуют специальной выработки. Это — безусловные рефлексы. Другие — реакции второго типа, — как мы их называли, условные рефлексы, — требуют для своего возникновения специальных условий — особой выработки. Оба рода рефлексов существенно отличаются друг от друга, так же и по тем отделам нервной системы, в которых они локализуются. Условные рефлексы как бы надстраиваются над безусловными. Если я сделаю такой опыт: действие индифферентного до того объекта будет сопровождать каждый раз подкармливание животного или вливание в рот его кислоты —



Научный городок Колтуши

этот индифферентный агент, например, вспыхивание лампочки или звучание тона, приобретает условное действие, т. е. применение одного только этого агента будет гнать слюну у собаки.

Павлов говорил выразительно, умеренно быстро. По временам он помахивал рукой с блестящей розовой шишкой, быстро перебирая пальцами в воздухе и вращая всей кистью руки.

Закончил он тем — насколько точен и тонок условный рефлекс — это приспособление организма к среде, приведя некоторые данные из последних опытов его сотрудников, иллюстрирующие эту мысль. Павлов окончил. Все посмотрели на меня. Я понял это молчаливое приглашение.

— Теория вероятностей, — начал я, — покоится на неясном, шатком фундаменте. Понятия «здравый смысл» (Лаплас) и «интуиция» (академик С. Н. Бернштейн), которые кладутся в ее основу, не могут считаться строго научными, ввиду их неопределенности и расплывчатости. Нужно подвести под теорию вероятностей строгий научный фундамент, тем более, что «математика (и это в большой мере относится к теории вероятностей) более чем какая-либо другая наука умеет стирать из своего положения среди своего развития», — привел я слова Э. Маха.

Павлов, который в этот момент, как мне казалось, задумался о чем-то своем, постороннем, встрепенулся:

— Как, как? — быстро переспросил он. — Повторите.

Я повторил цитату.

— Можно представить себе такой опыт, — продолжал я, — при котором из числа воздействий условным агентом подкрепляются подкармливанием не все, а лишь некоторые (например, половина всех воздействий). Тогда, употребляя временно психологическую терминологию, мы могли бы сказать, что получение еды при каждом новом отдельном воздействии условным раздражителем на организм будет представляться для животного событием не достоверным и не невозможным, а лишь более или менее вероятным. Интересно выяснить, какая по величине будет в этом случае слюнная реакция у собаки. Эти опыты могут пролить свет на трудно определимое понятие вероятности. С другой стороны, контакт двух наук — теории вероятностей и учения об условных рефлексах — должен в дальнейшем оказаться полезным и для физиологии высшей нервной деятельности, так как, по моему глубокому убеждению, должно быть внутреннее структурное сходство между формулой вероятности и неизвестной пока формулой условного рефлекса.

Я окончил.

Сейчас же заговорил Н. Н. Лузин.

— Да, это очень нужно, очень своевременно. — Он говорил короткими фразами, закатывая свои голубые глаза к потолку. — Этот шаг необходим в науке. Он глубоко симптоматичен. Ведь до сих пор формула вероятности бралась математиком как некоторая принудительная данность. Этот прием, о котором мы только что слышали, может оказаться чрезвычайно плодотворным. Ибо формула вероятности должна покоиться не на сложных искусственных аксиомах, а на чем-то простом и естественном, таком же простым и естественным, как она сама. Это назрело.

Павлов молчал.

— А как ваше мнение? — спросил я у Павлова. — Какова будет по величине условная реакция на такой, лишь иногда под-

крепленный условный раздражитель? Например, из всех воздействий которого на акт подкрепляется лишь половина?

Павлов на секунду задумался.

— Ну что ж, она и будет равна половине максимальной реакции, — сказал он.

— Но ведь это ему как раз и нужно, — указывая на меня каким-то широким жестом радостно-торжественно воскликнул Всеволод Иванович.

Наступила пауза. Все ждали, что скажет Павлов.

— Ну что ж, присылайте свои задания, — быстро сказал он. — Я скажу кому-нибудь из своих сотрудников, чтоб были поставлены интересующие вас эксперименты. — И подумав, добавил: — Вот такая штука.

— Всю организационную сторону вопроса я беру на себя. Деловой контакт вы будете



Н. Бор и И. П. Павлов

поддерживать со мной,— сказал Всеволод Иванович.

Я посмотрел на часы. Было четверть третьего. Наше совещание длилось более часа. Пора было уходить.

— Можно ли мне завтра прийти в Физиологический институт? — спросил я Павлова.

— Как завтра? — быстро и строго возразил он. — Завтра воскресенье. Наши лаборатории будут закрыты.

Решено было, что в Физиологический институт Академии наук я приду вместе с моим отцом послезавтра, в понедельник, в 12 часов дня. Мы вышли в переднюю. Павлов и его сын какими-то удивительно сходными поспешными движениями бросились помогать надевать пальто мне и Лузину. Это смутило меня до чрезвычайности.

Осенний день своей бездонной синевой опрокинулся над великим стройным городом. Мы шли по набережной мимо египетских сфинксов у Академии Художеств. Были видны мачты парусника.

— Как мне пройти на Петроградскую сторону? — спросил я у Лузина.

— Идите прямо, прямо по набережной и затем свернете налево, голубчик, — ласково сказал он.



Через день около 12 часов дня отец и я отправились в Физиологический институт Академии наук (Тучкова набережная, 12). Нас встретил Всеволод Иванович Павлов и один сотрудник, Иллиодор Руфимович Протасов. Отец прошел в кабинет Павлова. О чем говорили эти два старика — во многом сходные между собою по образованию, характеру, возрасту, эпохе, в которой они оба воспитывались — для меня навсегда осталось тайной.

Всеволод Иванович знакомил меня с сотрудниками лаборатории. Он представлял меня всем, как «математизатора условных рефлексов».

— Отец или Н. Н. Лузин скоро возбудят ходатайство о переводе вас в Ленинград или Москву, — сказал он. — Отец был очень удивлен, как можно было только по книгам так усвоить учение об условных рефлексах.

Конечно, это только начало. Окончательную свою оценку ваша работа получит, когда она будет напечатана и пройдет через много голов!

В этот же день в Институте произошел случай, который несколько омрачил мое приподнятое настроение, но который имел для меня громадное воспитательное значение на будущее время.

Павлов, выйдя из своего кабинета, объяснял группе сотрудников, столпившихся у одной из экспериментальных установок, где на станке стояла в ременных лямках экспериментальная собака, так называемый закон силы.

— И вот что интересно, — говорил Павлов, — если мы возьмем условный раздражитель более сильный, т. е. возьмем лампочку не в 10, а в 50 свечей, то и условный эффект, вызываемый таким более сильным раздражителем, будет больше, т. е. у собаки при действии лампочки в 50 свечей выделяется, допустим, не 15, как ранее, а 20—40 капель слюны...

Я стоял позади внимательно слушающих сотрудников.

— Конечно, — тихо сказал я.

Павлов весь преобразился. Его спокойная равномерная интонация, с которой он излагал этот давно установленный им научный факт, — исчезла. Густые, косматые, нависшие брови нервно задвигались.

— Ну, положим, не «конечно», — громовым голосом воскликнул он.

Я понял, что здесь, в этом Институте нельзя небрежничать с мыслью. Я понял, что здесь царствует постоянная напряженность слова и дела, что тут нужно быть постоянно начеку. Не все здесь так гладко и просто. Если академик Павлов, шеф Института, дает себе труд в течение нескольких минут что-то объяснять другим, то это не может быть самоочевидным для какого-то новичка, приехавшего из далекой провинции. Каждое слово здесь строго учитывается и взвешивается.

Я проклинал себя за неосторожно, невольно вырвавшееся слово.

Но все же Павлов согласился ставить опыты по моей схеме, — мысленно утешал я себя.

ЗАМЫСЕЛ «СТОХАСТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ»

У Н. А. РОМАНОВА

Академик А. Н. Колмогоров

«Стохастическая теория обучения» в последние годы сделалась существенной частью кибернетики. В предисловии к переводу книги Р. Буша и Ф. Мостеллера «Стохастические модели обучаемости» Ю. А. Шрейдер справедливо замечает, что эти современные исследования касаются математических методов описания процессов типа выработки условных рефлексов в смысле учения И. П. Павлова. Воспоминания и работы Н. А. Романова показывают, что интересный план исследований в этом направлении был задуман им еще в конце двадцатых годов.

Двадцатые и тридцатые годы были годами созревания идей, которые потом пышно развернулись в новые науки — кибернетику, теорию информации, теорию обучения и т. п. Основная роль во всем этом комплексе идей влияния работ И. П. Павлова признается всеми беспристрастными историками науки. Идеи более последовательного применения математики во всех этих областях бродили уж в двадцатые годы в большом кругу думающих ученых. Постепенно кое-что выкристаллизовывалось в определенные достижения. Пока же проверенных результатов не было, определить кто и что первый задумал, невозможно. Думали, конечно очень многие. Н. А. Романов оказался на уровне передовой мысли своего времени и думал самостоятельно.

Н. А. Романов занимал главным образом случай, который с точки зрения теории обучения является сравнительно специальным, не имеет самостоятельного, фундаментальной важности, значения. Речь идет о способности животного или человека выработать устойчивую реакцию на случайный раздражитель, появляющийся при повторных испытаниях с определенной вероятностью. Совсем конкретно опыты представлялись Н. А. Романову так. Каждый опыт начинается тем или иным сигналом (для определенности будем говорить далее звонком), за которым в доле

случаев p собака получает корм, в остальных же случаях корм не дается. При этом предполагается, что в распределении случаев дачи корма в ряду испытаний нет никакой уловимой закономерности, как говорит Н. А. Романов — распределение это «хаотично». Если p не слишком мало, то звонок становится после достаточного числа испытаний условным раздражителем выделения слюны. Можно ожидать, что количество выделяющейся слюны будет зависеть от частоты подкрепления p . Обозначим его через C_p . Естественно обозначить C_1 количество слюны, выделяющееся при постоянном (во всех испытаниях) кормлении после звонка и рассмотреть отношение

$$F(p) = \frac{C_p}{C_1}. \quad (1)$$

Н. А. Романов предполагал, что отношение F можно рассматривать, как субъективную оценку вероятности появления корма, возникающую у собаки, и что с хорошим приближением будет выполняться равенство $F = p$. (2)

Судя по воспоминаниям Н. А. Романова, И. П. Павлов отнесся к гипотезе (2) несколько скептически, но идею постановки опытов одобрил.

Сейчас мы знаем, что в некоторых американских опытах возможность возникновения приблизительно правильной оценки вероятности (2) по схеме условных рефлексов оправдалась. Опыты производились на людях и «подкрепление» имело чисто моральный характер удовольствия от правильного предсказания. Мерой реакции $F(p)$ служило не отделение слюны, а склонность испытуемого к тому или иному ответу на требование отгадать, будет еще не названное число четным, или нечетным. Если назывались в хаотическом порядке четные и нечетные числа с пропорцией два четных на три нечетных, то после большого ряда испытаний испытуемый предсказывал четность примерно в $2/3$

случаев и нечетность — примерно в $1/3$ случаев.

Следует заметить, что при материальном вознаграждении за правильный ответ и наказании — за неправильный, такая стратегия испытуемого вовсе не является разумной. Например, если вознаграждение равно штрафу за ошибку, то при $p > 1/2$ выгодно все время предсказывать четность, а при $p < 1/2$ все время предсказывать нечетность. Такая тенденция к выбору одного из крайних решений и наблюдалась в некоторых других опытах, описанных в той же книге Р. Буша и Ф. Мостеллера. Возможно, что и в опытах с кормлением собак проявилась бы такая же тенденция к полной норме отделения слюны при достаточно большом p и к полному отсутствию выделения при малых p .

Достаточно впечатлительные люди при азартных играх (в игорном ли доме, или при мальчишеской игре в «орел или решку») испытывают резкие колебания между ожиданием успеха и разочарованием. Никакой устойчивой реакции «оценки вероятности»

у них не вырабатывается. Такой результат в опытах, задуманных Н. А. Романовым, тоже нельзя считать исключением.

Сначала Н. А. Романову казалось, что в его идеях содержится возможность нового обоснования теории вероятностей, независимо от всех предлагавшихся ранее. Такая точка зрения нашла свое отражение в заметке Н. А. Романова в «Докладах Академии наук СССР». Позднее Н. А. Романов, как видно из его работы «Понятие субъективной вероятности в свете учения академика И. П. Павлова», понял, что во всей его концепции существенна гипотеза «хаотического» распределения подкреплений с частотой p , т. е. считается уже заданной «объективная» вероятность события, а исследуется лишь возникновение на ее почве субъективной оценки вероятности. В этом направлении замыслы Н. А. Романова сохраняют свою актуальность и сейчас, так как упомянутые экспериментальные работы более поздних лет далеко не исчерпывают вопроса.

УДК 92



Н. В. Обручева

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТУЩИХ КЛЕТОК КОРНЯ

Изд-во «Наука», 1965, 110 стр.,
ц. 54 коп.

Изучение процессов, происходящих в организме по мере роста самих клеток, — один из новых подходов к проблемам роста животных и растений. Он перспективен для исследования как неограниченного роста клеток злокачественных опухолей, так и нормального роста клеток растущих органов. В качестве модели, где клетки более или менее одновременно проходят каждый этап роста, автор выбрал корень.

В книге показаны последние достижения в области физиологии роста. Оказалось, что для каждой фазы роста клетки характерен свой тип обмена веществ.

При прохождении клеткой различных фаз существенно перестраивается синтез белков цитоплазмы. Сравнивая клетки быстро и медленно растущих корней, автор охарактеризовала не только содержание в клетке тех или иных соединений, но и скорость их накопления. Было выяснено, что торможение роста сопровождается замедлением ряда синтезов в клетке. В книге удачно суммируется существующая информация об интенсивности дыхания и активности дыхательных ферментов в различных зонах роста

корня. Интересно, хотя и спорно, утверждение об усилении брожения в меристеме, вследствие недостаточного проветривания плотно прилегающих друг к другу клеток этой зоны. Работа Н. В. Обручевой важна и интересна. Это — единственная в мировой научной литературе сводка работ, выполненных на корнях и посвященных физиологии растущих клеток. «Клеточный» подход позволил одновременно использовать данные электронной микроскопии, цитологии и гистохимии, наряду с материалами по биохимии и физиологии.

Г. М. Гринев

Кандидат биологических наук

Москва

АМБРА И ПРОМЫСЕЛ КАШАЛОТОВ

М. В. Ивашин

Кандидат биологических наук

*Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО)*

Первые сведения об амбре относятся еще к глубокой древности. Она высоко ценилась в некоторых странах Востока, где применялась для лечения многих болезней. Как теперь установлено, амбра почти не обладает теми лечебными свойствами, которые ей приписывались. Однако до сих пор кое-где ее продолжают использовать как антиспазматическое и возбуждающее средство, иногда употребляют для ароматизации некоторых сортов табака, а также частично добавляют в лучшие марки ликеров. Но в амбре сейчас ценятся не ароматические или лечебные качества, а ее необыкновенное свойство хорошо адсорбировать и надежно закреплять различные летучие запахи и в течение многих лет сохранять их неизменными. Поэтому теперь она используется главным образом в парфюмерной промышленности для приготовления самых высококачественных духов.

Происхождение амбры длительное время оставалось загадкой, и лишь в начале XVIII в. усилиями ряда ученых было установлено, что она образуется в теле кашалота.

Существует много гипотез относительно образования амбры (реакция организма на жизнедеятельность гельминтов, влияние секреции желез прямой кишки, употребление в пищу определенных видов головоногих моллюсков, заболевания китов и другие). Некоторые исследователи (С. К. Клумов, 1963; А. Г. Томилин, 1965) основную роль в ее образовании отводят труднопереваримым остаткам головоногих моллюсков — хитиновым клювам, в сочетании с секреторной и бактериальной деятельностью кишечника и с рядом других факторов, или считают приспособлением для удаления холестерина из

тела кашалотов. Основанием для последнего предположения послужило то обстоятельство, что в амбре встречаются производные холестерина и близкие к нему соединения.

Нам представляется, что амбра образуется так. В процессе пищеварения возникает липкая смолообразная масса (паста) темного цвета, которая и служит первичным материалом для амбры. (Возможно, что основу этой массы составляет желчь, которая нередко имеет к тому же тягучую, вязкую консистенцию.) В процессе движения по кишечнику она постепенно превращается в мягкий комочек. В некоторых случаях возникновению первоначального комочка способствует наличие небольших твердых образований. На липкой массе легко оседают остатки челюстей головоногих моллюсков, частички неполностью переварившейся пищи. Иногда посторонние вещества составляют до 20% веса амбры. В дальнейшем на первоначальном комочке происходит отложение все новых и новых частей поступающей пасты, что ведет к появлению слоистости, которая хорошо заметна на разрезе куска амбры.

Ранее высказывалось предположение, что весь процесс образования амбры связан с дистальной частью толстого кишечника. Однако в последнем антарктическом сезоне (1964/1965 гг.) в тонком кишечнике одного кита нашли около тридцати кусочков амбры размером от 1 см до грецкого ореха. Это были мягкие образования темного цвета, покрытые липкой массой. У другого кита таких кусочков было около сотни (рис. 1), а некоторые из них, расположенные в нижней части тонкого кишечника, имели уже более

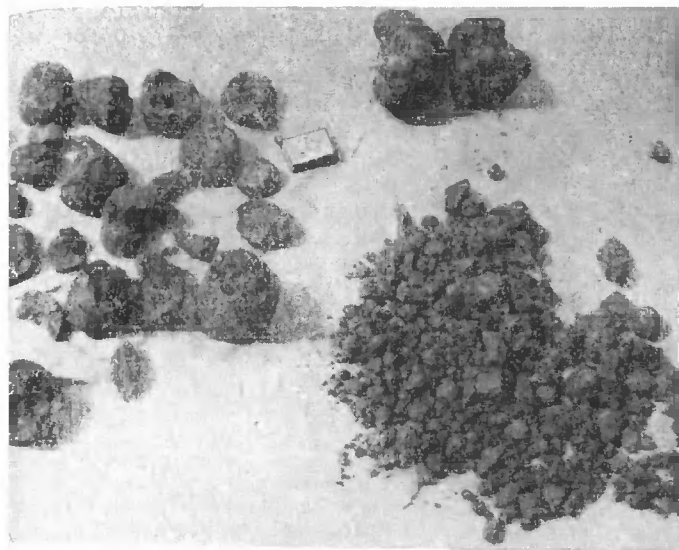


Рис. 1. Кусочки амбры, извлеченные из тонкого кишечника кашалота, добытого китобойцем «Юрием Долгорукиным»

Фото Г. А. Будыленко

плотную консистенцию¹. Наибольшие куски достигали 5—7 см.

Возможно, что первоначальное образование, «зарождение» амбры может происходить и в тонком отделе кишечника. Но эти кусочки здесь долго не задерживаются, а постепенно передвигаются дальше и попадают в толстый отдел кишечника, в его дистальную часть, которая примыкает к прямой кишке. Секрет толстых кишок и микрофлора, которая наиболее богата представлена в этой части кишечника, по-видимому, также оказывают влияние на процессы, происходящие в амбре. Некоторые виды бактерий постоянно присутствуют в ней, сохраняя жизнедеятельность до 3—4 лет после извлечения амбры из кашалота.

В отличие от тонких кишок, толстые обладают способностью

¹ Автор приносит глубокую благодарность старшим научным сотрудникам Ю. П. Голубовскому (китобойная флотилия «Сов. Украина» и «Слава») и Г. А. Будыленко (китобойная флотилия «Ю. Долгорукий») за предоставленные сведения.

очень сильно растягиваться, а в дистальном отделе они имеют к тому же наибольший диаметр по сравнению с другими отделами кишечника. Из общей длины толстого кишечника около 25—26 м (М. М. Слепцов, 1948), дистальный отдел занимает не более 2,5 м, т. е. около 10% длины (рис. 2). В дистальной части толстых кишок происходит задержка кусков амбры, которые продолжают здесь увеличиваться в объеме.

При разделе китов в этой части толстых кишок находили куски весом от 300—500 г до нескольких десятков и даже сотен килограммов (рис. 3). При проведении различных производственных операций (подъеме кита по слипу, снятии подкожного слоя сала с брюшной стороны, переворачивании туши и т. д.) возникают большие давления на внутренние органы. По этой причине происходит перемещение небольших кусков амбры (весом не более 1,5—2 кг) в прямую кишку и в некоторых случаях даже выпадение их на палубу китобазы.

В прямую кишку куски амбры попадают главным образом в процессе их естественной эвакуации из тела кашалота. Таким путем небольшие куски оказываются в море, где происходит их «созревание». Более крупные куски амбры не в состоянии пройти через небольшое анальное отверстие кита и осво-

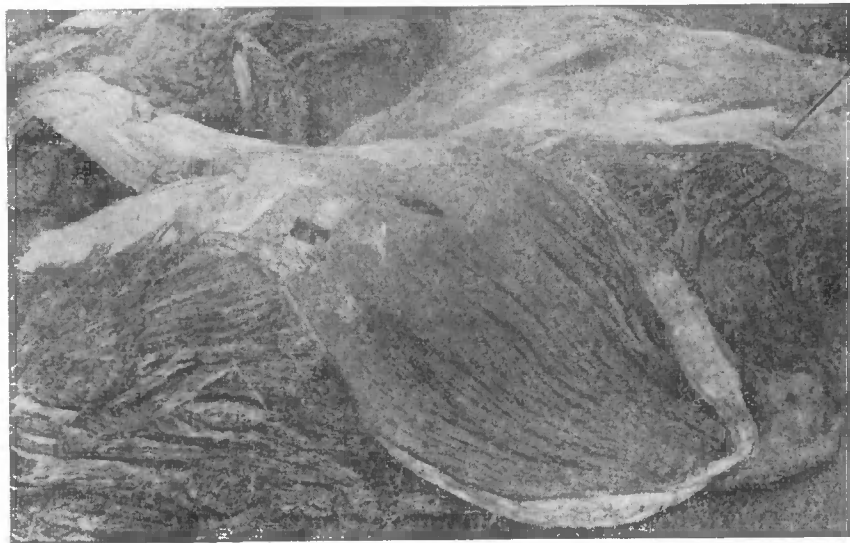


Рис. 2. Конечная (дистальная) часть толстой кишки кашалота (длина тела 14,4 м), из которой извлекли 21,5 кг амбры

Фото автора

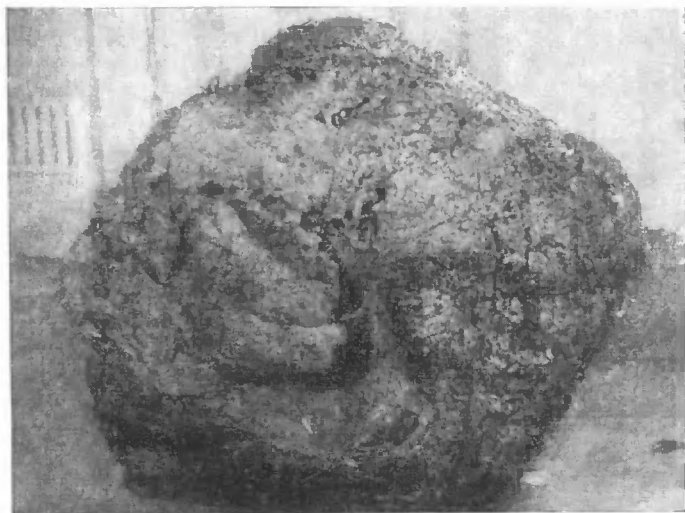


Рис. 3. Кусок амбры весом 49,5 кг, извлеченный из толстой кишки самца кашалота (длина тела 12,7 м)

Фото автора

бождение их возможно только после гибели и разложения туши животного.

Значительная часть находок плавающей или выброшенной на берег амбры приходится на районы тропических и субтропических вод. Практика китобойного промысла последних лет в Индийском океане показала, что амбра встречается и у самок и у некоторых маломерных самцов кашалота, которые не выходят за пределы сороковых широт¹. Такие самки имели длину 9,8—10,5 м, а самцы — от 10,7 до 12 м. К райо-

¹ В других районах самок с детенышами видели в более высоких широтах. На Дальнем Востоке по ветвям теплого течения Куросио они поднимались до 54—55° с. ш. (М. Слепцов, 1948), а в Аляскинском заливе нам пришлось их наблюдать даже под 57° с. ш.

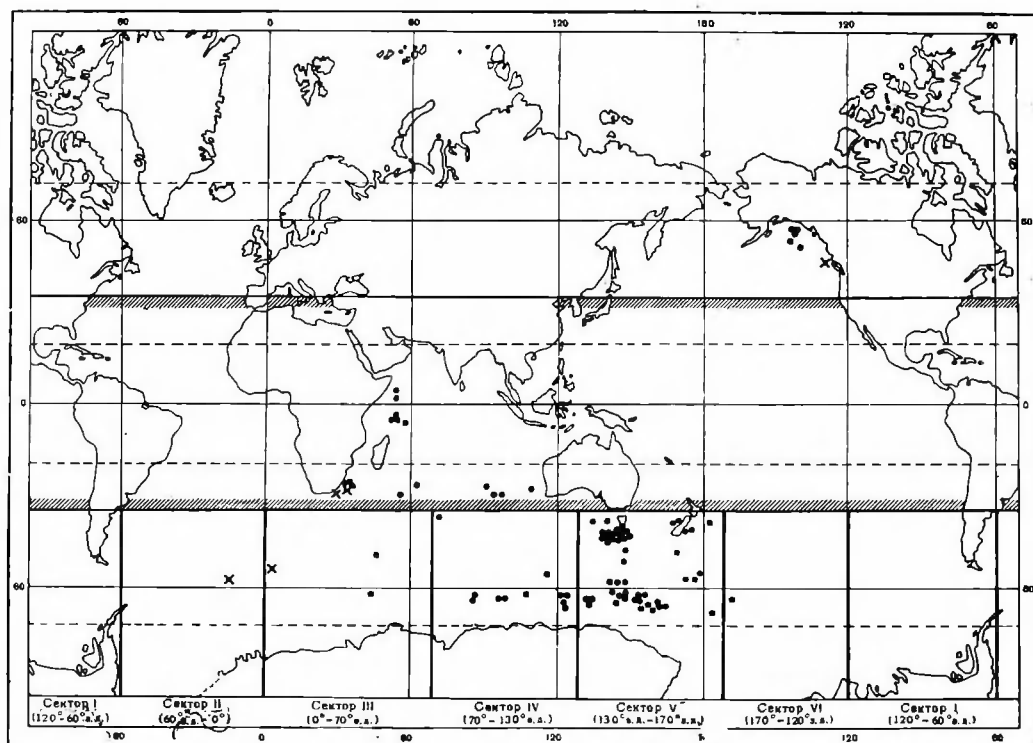


Рис. 4. Распределение добытых кашалотов (с амброй) в водах Мирового океана (по данным советского китобойного промысла и по иностранным источникам)

ну теплых вод приурочено распространение и когии — карликового кашалота, у которого также находили амбру.

Эти факты дают основание считать, что у самок кашалотов и у молодых самцов (которые продолжают оставаться вместе с самками) образование амбры происходит в тропических и субтропических водах Мирового океана, по-видимому, в любое время года. Образование амбры у тех самцов, которые добываются в водах Антарктики, могло начаться еще в молодом возрасте в период их нахождения в пределах сороковых широт или позже, когда самцы стали предпринимать сезонные миграции в полярные воды, где они остаются около четырех-пяти месяцев.

Имеющиеся сведения о находках амбры за последние двадцать лет весьма ограничены и неравномерно распределены по районам промысла (рис. 4).

После организации советского китобойного промысла (1933 г.) впервые амбра была найдена в 1958 г. (В. А. Земский и А. А. Берзин, 1959)¹. В 1963—1965 гг. на дальневосточных флотилиях несколько раз находили куски амбры весом от 0,25 кг до 33,5 кг. На советской антарктической китобойной флотилии «Слава» впервые амбра весом 0,85 кг обнаружена в декабре 1958 г. В последующие сезоны находки амбры участились, но особенно удачен был сезон 1964/65 гг., когда было заготовлено рекордное количество амбры — 2169 кг. Всего на советских флотилиях в Антарктике заготовлено

3041,73 кг амбры. По неполным данным в теплых и полярных водах южного полушария куски амбры весом от 0,2 до 130 кг найдены в тушах 74 самцов и 4 самок кашалотов.

Из распределения находок амбры по промысловым секторам Антарктики видно, что наиболее часто встречается амбра в V секторе — 50 случаев, тогда как во II, III, IV и VI секторах было соответственно 1, 3, 11 и 3 случая (см. рис. 4).

Какова же может быть «амброносность» кашалотов антарктических вод?

Находка амбры на берегах континентов и островов в теплой зоне Индийского океана дает основание считать, что лежащие от нее к югу воды Антарктики также должны быть благоприятной зоной для успешного поиска амбры в тушах китов-кашалотов (что частично уже подтверждается практикой работы наших китобоев).

Район, примыкающий к западному побережью Южной Америки, пока представляется менее перспективным. Об этом свидетельствует отсутствие сведений о находках амбры на побережье континента, а также у кашалотов, добытых в близлежащих водах Антарктики и особенно у берегов Чили и Перу, где уже давно ведется интенсивный их промысел. Что касается вод Южной Атлантики, то имеется лишь два-три достоверных сообщения о находке здесь амбры. По-видимому, в этом районе необходимо провести дополнительные наблюдения.

¹ См. «Природа», 1959, № 3.

УДК 668.529



Ю. ШИШИНА
С РЕНТГЕНОМ В ГЛУБЬ
ВЕКОВ И ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ
Изд-во «Знание», 1966, 48 стр.,
ц. 9 коп.

За семь десятков лет, прошедших с момента открытия невидимых лучей, масштабы их использования столь широко распространились, что порой трудно найти такую область знания и практики, которая обходится без рентгеноаппарата. Металлургия и медицина, авиация и живопись, баллистика и археология — всюду примечательные свойства этих жестких лучей оказывают неоценимую услугу челове-

ству. Рентгенология продолжает наступать на все новые и новые области. До сих пор она была связана только с земными науками, ее орудием изучались природные явления Земли, ныне естественные рентгеновые излучения открыты вне нашей планеты. Многие далекие космические объекты излучают эти короткие волны. Возникла новая область знания — рентгеноастрономия.

В эти же годы развилась и новая медицинская наука — палеопатология. При помощи рентгеновых лучей ученые раскрывают многие тайны прошлого, отсеивая вымыслы и религиозные легенды, получая данные о жизни человека глубокой древности, о его сложении, бо-

лезнях и здоровье, о продолжительности жизни наших далеких предков. Этой бурно развивающейся области знания посвящена небольшая, интересно написанная книжка Ю. Шишиной. Палеопатология граничит со многими науками — геологией, палеонтологией, биологией, антропологией, этнографией, с различными медицинскими дисциплинами. И читатель в этом легко убеждается, знакомясь с содержанием книжки, насыщенное увлекательными фактами и получательными эпизодами, характеризующими развитие современной научной мысли, прогресс который невозможен без взаимного оплодотворения идеями и опытами различных областей знания.



ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЭСТОНИИ

*Профессор М. Я. Губергриц
Институт химии АН Эстонской ССР (Таллин)*

По своему происхождению, химической природе и свойствам горючие сланцы занимают особое место среди природных горючих ископаемых — каустобиолитов. Поэтому и возможные пути их применения во многом отличны от тех, что применяются для нефти, каменных и бурых углей, торфа. В статье видного специалиста М. Я. Губергрица, на примере хорошо изученных горючих сланцев Прибалтики, освещены важнейшие проблемы использования этого ценного сырья.

Мировые запасы горючих сланцев, по неточным данным, оцениваются приблизительно в 1000 млрд. т. Переработка их простейшим способом позволила бы заменить около 100 млрд. т нефти и 20 000 млрд. м³ природного газа. Значительны запасы этих ископаемых в США, СССР, КНР, Швеции, Бразилии, Австралии. Запасы сланцев в Советском Союзе составляют примерно четвертую часть мировых ресурсов. Наиболее крупные месторождения находятся в Прибалтике, Поволжье, Оренбургской области, в некоторых районах Украины, Казахстана и Сибири.

В нашей стране широко развита добыча и переработка сланцев в Прибалтийском бассейне. Только в Эстонской ССР в 1964 г. их добыто 14,7 млн. т, в том числе около 65% использовано в качестве дешевого энергетического топлива на электростанциях, и остальные 5 млн. т подвергнуты термической переработке на химическое сырье, газ и жидкое топливо.

ПРОДУКТ СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

По возрасту горючие сланцы, пожалуй, самые древние из твердых горючих ископаемых. Материнским веществом для них послужили донные осадки отмиравшей морской фауны и флоры в теплых и неглубоких морях, заливах, лагунах: раковины моллюсков

(рис. 1) и части других морских организмов, а также продукты их жизнедеятельности.

Этим и объясняется высокое содержание минеральной составной части в сланцах, а их слоистая структура — постепенным наслаиванием донных отложений.

Дальнейшие превращения, которые претерпели такие отложения, весьма своеобразны. В некоторых случаях они протекали при доступе кислорода (в насыщенной воздухом воде) и всегда при невысоких температурах и давлении. В этих условиях органическое вещество не обугливалось, но входящие в его состав белки, углеводы, жиры подвергались разложению и мягкому окислению. Продукты такого распада вступали в химическое взаимодействие. Этот процесс сопровождался ростом размеров и уплотнением молекул, их агломерацией и привел к образованию макромолекул. Конечный продукт всех превращений — кероген (так называют органическое вещество сланцев) представляет собой пространственно сшитый своеобразный природный полимер.

Условия и продолжительность формирования керогена и минеральной части сланцев, естественно, во многом различны для разных месторождений. Этим объясняется значительное в ряде случаев несходство в составе и свойствах сланцев. Тем не менее, всем представителям этого класса ископаемых свой-

ственны, в большей или меньшей мере, некоторые общие особенности, отличающие их от углей и других топлив: высокое содержание кислорода в органической массе, низкая термическая устойчивость керогена, практически ничтожная растворимость его в любых органических жидкостях, большое содержание минеральной части. Последняя, как правило, состоит из двух отдельных групп компонентов: непосредственно связанных с материнским веществом (главным образом, карбонаты) и наносного происхождения (вторичный терригенный материал).

ОСОБЕННОСТИ ПРИБАЛТИЙСКИХ СЛАНЦЕВ

Хорошо известное месторождение горючих сланцев в Прибалтике, о котором и будет идти речь далее, простирается вдоль южного и юго-восточного побережья Финского залива (рис. 2) и состоит из двух «ярусов» различного происхождения. В нижнем, на относительно большой глубине, достигающей на некоторых участках до сотен метров, расположен относительно мощный и более древний монокристаллический пласт диктионемового сланца, возраст которого оценивается примерно в 450 млн. лет. Пласт проходит под морским дном на территорию Швеции. Диктионемовый сланец обладает невысоким содержанием органического вещества (до 15% на сухую массу) и низкой теплотворностью. Поэтому в Советском Союзе он пока не используется в промышленном масштабе.

В верхнем «ярусе», на небольшой глубине (до 100 м) залегает слоистый пласт сланца — кукурсита. Он состоит из восьми сравнительно тонких слоев — от 10 см до 1 м — собственно сланца, разделенных прослоями известняково-глинистой породы примерно той же толщины (рис. 3). Промышленная часть пласта включает шесть слоев — от нижнего А до верхнего F. Расположенные еще выше два тонких слоя обычно не разрабатываются. Полезная мощность промышленной пачки слоев кукурсита колеблется от 1,9

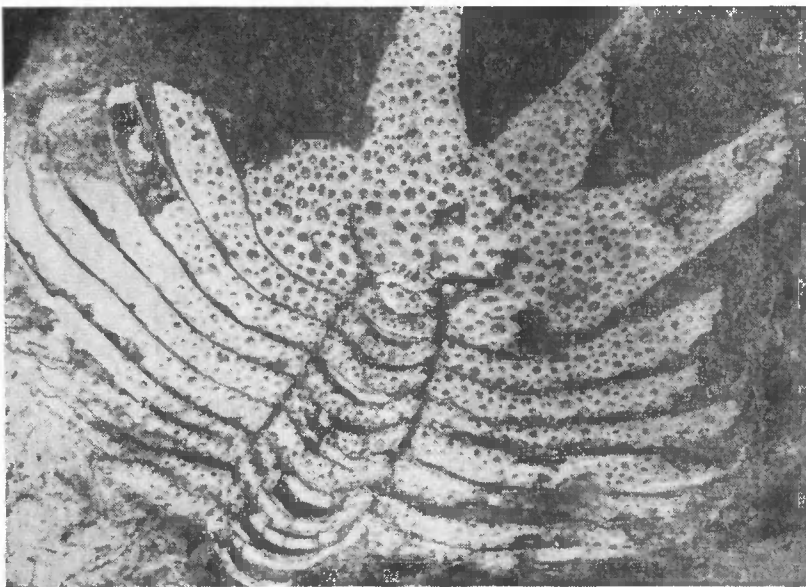


Рис. 1. Окаменелый остаток ракообразного — трилобита, найденный в пласте прибалтийского горючего сланца — кукурсита. Палеозой, около 400 млн. лет. Снимок (масштаб 1 : 2,5) предоставлен С. С. Бауковым

до 2,7 м. Она уменьшается по мере простира- ния пласта на восток и запад от разраба- тываемой ныне центральной части бассейна и падения его на юг.

Важнейшая составляющая минеральной части сланца — карбонатная (до 62% по весу) представлена известняком. Терри- генная часть состоит из алюмосиликатных ма- териалов — кварца, полевого шпата, гидро- слюд, ортоклаза, а также лимонита и марка- зита. Органическое вещество равномерно рас- пределено в минеральном «скелете» в виде аморфных сгустков шарообразных частиц диаметром 40—120 м и обладает светло-корич- невой окраской с различными оттенками, от желтоватого до шоколадного. Содержание органического вещества колеблется от 18— 20% для слоя F (см. рис. 3), наиболее бога- того включениями породы, — до 40—60% в слоях B и E.

Кероген кукурсита отличается редким постоянством химического состава и свойств. Углерода в нем 77,1—77,8%; водорода 9,5— 9,8; кислорода и азота 9,4—10,7; серы и хлора 2,3—2,9%. При этом содержание азота не превышает 0,2—0,4%, а хлора — 0,7% (напомним, что в каменных углях с тем же весовым содержанием углерода количество кислорода заметно ниже). Тепло-

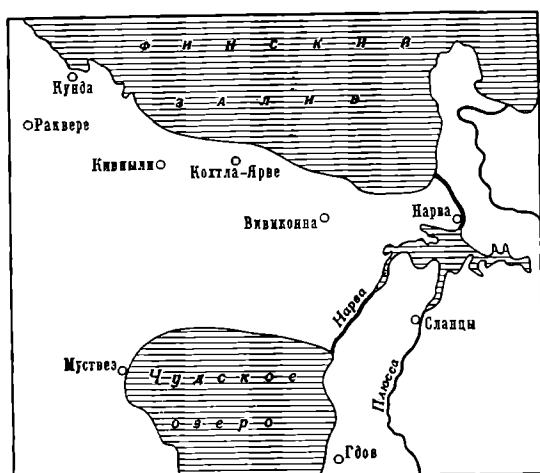


Рис. 2. Схематическая карта района расположения основной части Прибалтийского месторождения горючих сланцев

творная способность керогена составляет в среднем 8900 ккал/кг.

Природа кукурсита определила его своеобразное поведение при нагревании без доступа воздуха. Уже при температуре 270—300° С наступает видимое термическое разложение с активным выделением воды, окислов углерода и сероводорода. При более глубоком разложении керогена (температура 360—390° С) образуется «термобитум»: сланец размягчается и становится пластичным. Это свойство исчезает при дальнейшем нагревании, а именно на стадии интенсивного выделения основной массы летучих веществ (420—450° С). Процесс разложения полностью завершается при сравнительно низкой температуре, около 500—520° С.

Общий выход летучих веществ при такой обработке кукурсита (в промышленности этот процесс называется полукоксованием) необычно велик — до 80—85% к весу керогена. Доля смолы в сумме этих летучих весьма значительна (80%), а выход ее от керогена достигает 65—70%.

Своеобразие прибалтийского сланца проявляется и в химическом составе получаемых из него смолы и газа. Их отличает высокое содержание кислородных компонентов (фенолов, нейтральных кислородных соединений) и олефиновых углеводородов с неразветвленной цепью. В состав смолы входят также парафиновые, нафеновые, ароматические углеводороды с широким диапазоном температур кипения. Газ полукоксования

обогащен предельными и ненасыщенными (этилен, пропилен, бутилены) углеводородами.

Все это приводит к выводу, что в перспективе разумнее использовать сланцы и сланцепродукты не столько в качестве топлива, сколько в качестве нового, интересного химического сырья.

Первое упоминание в печати о прибалтийском горючем сланце имеет более чем вековую давность. Ценные же свойства «горючего камня» были известны гораздо раньше. Народное предание повествует о «загустевшей крови чудовища», сраженного легендарным героем-освободителем.

Начало промышленного использования кукурсита относится к концу двадцатых — началу тридцатых годов нашего столетия. В буржуазной Эстонии, лишенной развитой тяжелой промышленности и собственных ресурсов угля и нефти, оно, естественно, не могло вылиться в создание крупного химического производства. Силами нескольких мелких предприятий в эти годы производилась полукустарная добыча сланцев для снабжения топливом распыленных энергопотребителей и выпуска в небольшом количестве сырой сланцевой смолы, бензина, мазута и битума.

Подлинное становление и развитие сланцевой промышленности в Эстонии началось в послевоенные годы. Но и в этот период, особенно в первое время, из-за острой потребности в жидком топливе и бытовом газе, сохранялось топливное направление в использовании продуктов переработки сланца. В эти годы был освоен способ высокотемпературной переработки кукурсита на бытовой газ в камерных печах, модернизированы низкопроизводительные шахтные генераторы и устаревшие туннельные печи для полукоксования сланца. В связи с этим резко увеличился выпуск смолы, бензина, мазута, были удовлетворены первые потребности Ленинграда и Таллина в бытовом газе и обеспечена работа крупных электростанций.

ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА КУКУРСИТА

Одновременно развивались и научные исследования. Важно было наиболее полно выявить возможности химического использования сланцев и продуктов их переработки. Для начала изучались происхождение и химическая природа керогена кукурсита. Было установлено, что кероген обладает макромо-

лекулярной структурой, а размеры макромолекул и плотность упаковки в них элементарных звеньев не столь значительны, как в угольном веществе. Благодаря мягким условиям формирования керогена, в состав макромолекулы не входят пространственно жестко сшитые конденсированные ароматические сетки, но встречаются участки с двойными углерод-углеродными связями. Кислород, как и прочие гетероатомы, включен в макромолекулу в виде функциональных групп, например, гидроксильной ($-\text{OH}$), карбонильной ($=\text{C}=\text{O}$) и, возможно, других.

Пока не совсем ясны природа и строение элементарных структур, из которых складывается макромолекула. По одной из гипотез, в основе ее строения лежат ароматические кольца с гидроксильными группами — фенолы, соединенные между собой через эфирные группировки алифатическими насыщенными цепочками. Другая гипотеза утверждает, что процесс превращения исходного вещества при формировании кукурсита не достиг стадии образования ароматических или фенольных колец. Структурную основу керогена составляют замкнутые полиметиленовые циклические системы полиэфирного типа. Входящие в их состав элементы способны даже при мягком нагреве легко превращаться в фенолы, а продукты их окисления представляют собой не бензолкарбоновые, а алифатические, и даже насыщенные, кислоты, что и подтверждено экспериментом.

Представления о природе керогена дополнены и уточнены после изучения спектров электронного парамагнитного резонанса и электрофизических свойств кукурсита. Характерный для обогащенного сланца спектр э. п. р. с узким однокомпонентным сигналом (рис. 4) свойствен системам с делокализацией, т. е. смещением электронов, которая вызвана наличием повторяющихся сопряженных двойных связей, независимо от их природы — алифатической, ароматической, смешанной, поликарбонильной и т. д. Ничтожно малый дипольный момент системы свидетельствует о том, что кислородные функциональные группы сильно ассоциированы, как бы прижаты к телу молекулы. Они в значительной степени органически включены в основную часть структурных звеньев макромолекулы, а не находятся на ее периферии в легко уязвимом месте. Удалось также ориентировочно оценить порядок величины молеку-

лярного веса «элементарного звена» керогена — от 1500 до 4000.

Далеко не все вопросы сложной проблемы строения и природы керогена, как мы видим, разрешены полностью. Тем не менее удалось сделать несколько интересных практических выводов.

Во-первых, найдено одно из слабых, уязвимых мест керогена кукурсита: установлена возможность расщепления его макромолекулы до осколков требуемой величины не только под воздействием нагрева, но и при помощи химических агентов. Так, окислительная деструкция керогена приводит к образованию смеси растворимых двухосновных насыщенных кислот с числом атомов углерода в основной цепи молекулы от шести до девяти (от адипиновой до себадиновой).

Некоторые из них сами по себе представляют ценное химическое сырье. Адипиновая кислота, например, служит исходным мономером для синтеза полиамидных смол, из которых изготавливаются синтетические волокна. Опытами установлено, что неразделенную смесь кислот можно непосредственно использовать как сырье для получения высококачественных пластификаторов, синтетических пленок и лаков, искусственной кожи.

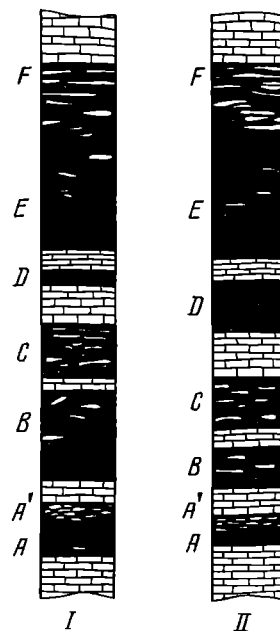


Рис. 3. Разрез промышленной части пласта кукурсита из центральной части (I) и западного крыла (II) бассейна Эстонской ССР

Это достигается путем окисления обогащенного сланца слабой азотной кислотой при невысоких температуре и давлении. Разработанный в лабораторных условиях и в укрупненных автоклавах сейчас этот метод испытывается и дорабатывается на специальной опытной установке. Ведутся также работы по очистке и разделению смеси продуктов окисления и выбору наилучших способов их использования. В недалеком будущем новый метод займет свое место среди других промышленных способов получения химического сырья и синтеза высокомолекулярных материалов

МЕХАНИЗМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СЛАНЦЕВ

Второй актуальный вопрос сводится к раскрытию механизма и путей управления процессом термического разложения кукерсита, повышению его химической эффективности. Наши сведения о природе и структуре керогена горючего сланца достаточны для утверждения, что его распадом на первой стадии термического разложения управляют те же общие закономерности, что и при хорошо изученной деструкции синтетических и природных высокомолекулярных веществ.

Макромолекулы, звенья которых содержат системы с делокализованными электронами, распадаются, как правило, на осколки различной, но достаточно большой величины. В данном случае размеры их столь значительны, что в этих условиях все они неизбежно остаются в твердом агрегатном состоянии. Это влечет за собой неравномерное распределение температуры в системе, местные перегревы. Процесс разрыва межмолекулярных связей совмещается с разрушением наиболее слабых звеньев внутри молекул, нарушается строгая последовательность в

протекании реакций, различных по своему энергетическому уровню.

При разрыве наиболее слабых связей обязательно отщепляются звенья с системой сопряженных двойных связей, а также «обнажаются» скованные ранее кислородные функциональные группы. Оба рода осколков обладают высокой реакционной способностью. Первые из них замыкаются в циклы, которые затем легко превращаются в ароматические соединения вообще, и фенолы — в частности. Осколки второго типа легко вступают во взаимодействие с образованием более крупных и устойчивых молекул с относительно высокой температурой кипения, постепенно уплотняющихся при нагреве. Часть их неизбежно задерживается в системе, подвергается более длительному термическому воздействию и либо разлагается, либо превращается в еще более уплотненный продукт — кокс и газ.

Исследования показали, каким именно образом следует регулировать скорость нагрева и на каком температурном уровне надо остановиться, чтобы достигнуть максимального выхода летучих веществ, олефинов либо ароматических углеводородов или фенолов, повысить содержание в смоле легких или тяжелых составляющих, обогатить газ углеводородными компонентами. Удалось также экспериментально установить непосредственную связь превращений, происходящих при термическом разложении, с изменением важнейших технологических свойств сланца. Это относится к тепло- и температуропроводности, теплоемкости кукерсита, его пористости и изменению микроструктуры, склонности к разрушению с образованием пыли и т. д.

Результаты всех этих исследований нашли практический выход в совершенствовании

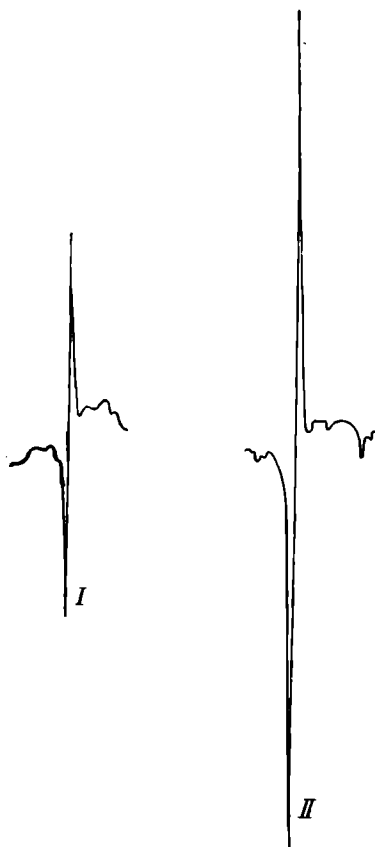


Рис. 4. Спектры электронного парамагнитного резонанса для обогащенного сланца — кукерсита (содержание органического вещества около 90%): при температуре 20° С (I) и при температуре жидкого азота — 196° С (II)

технологии и установлении оптимальных режимов переработки сланца в различных агрегатах, и, что кажется нам особенно важным, при разработке нового метода высокоинтенсивной переработки кукерсита в установках с твердым теплоносителем.

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕННОГО СЫРЬЯ

Следующая крупная «сланцевая» проблема состоит в налаживании использования сланцепродуктов, представляющих собой ценное химическое сырье.

Растворимые в подсмольной воде (отход переработки сланца) фенолы — простейшие представители этого класса соединений — извлекаются из нее сравнительно просто. Из них уже синтезируют в промышленном масштабе клеевые смолы, искусственные дубители, лаки. Значительно сложнее обстоит с использованием так называемых масляных фенолов — смеси соединений с широкими пределами кипения ($180\text{--}360^\circ\text{C}$) и неоднородными свойствами. Над синтезом на этой основе исследователям пришлось, да и придется еще, основательно поработать. Сейчас осваивается промышленное получение сельскохозяйственных ядохимикатов на основе одной из фенольных фракций: разработан также способ получения фенолформальдегидных клеящих смол для деревообрабатывающей промышленности.

В смоле из туннельных печей и установок с твердым теплоносителем велика доля олефиновых углеводородов. Часть их представляет собой сырье для синтеза соединений, обладающих поверхностно-активными свойствами. Область применения таких соединений обширна, но особенно популярно их использование в качестве моющих веществ. Синтез заключается в присоединении молекулы олефина определенного строения и размеров к ароматическому кольцу. При использовании нефтяного (парафинистого) сырья необходимый «ассортимент» олефинов удается получить в итоге сложных и, следовательно, не дешевых операций. Из сланцевой же смолы (фракции с пределами кипения $150\text{--}250^\circ\text{C}$) оказалось возможным сравнительно просто выделить олефины с восемью — двенадцатью атомами углерода в молекуле и неразветвленной цепью (что очень важно для качества моющего вещества), каталитически очистить их, вовлечь в процесс также ароматические соединения сланцевого происхождения.

Разработка нового процесса — от теоре-

тических вопросов, связанных с особенностями строения и реакционной способностью «сланцевых» олефинов, до технологии получения чистого концентрата моющих веществ — в основном закончена; сейчас уже строится цех для синтеза сланцевых моющих.

До последних лет область химического использования тяжелой части сланцевой смолы была ограниченной, лишь небольшая доля ее применялась в качестве технического антисептика для предохранения древесины — так называемого шпалопротиточного масла. В основном же тяжелое масло, это маловязкий и низкосернистый мазут, использовалось как топливо.

Высококипящая фракция смолы представляет собой сложную и неоднородную по свойствам смесь уплотненных соединений конденсированного ароматического и смешанного строения, обладающих высоким молекулярным весом. Их склонность к образованию значительного количества кокса при нагреве удалось использовать для получения электродного кокса путем термической обработки в мягких условиях. Этот способ уже приобрел право гражданства в сланцехимической промышленности. Его трудно назвать «химическим синтезом» в общепотребительном смысле этого термина. По существу, здесь решающую роль играют доведенные до конца вторичные реакции уплотнения и синтеза продуктов распада керогена, происходящие при его термическом разложении.

К процессам синтеза нельзя отнести и переработку легкого, так называемого, газового бензина — одного из продуктов термического разложения сланца при производстве бытового газа. В его состав входит около 60% легких ароматических углеводородов; остальная часть приходится на долю олефинов и парафинов. Сейчас освоен в промышленности процесс пиролиза такого «камерного» газбензина в трубчатых печах, получения чистых бензола и его гомологов.

Теперь, когда освоен метод термической переработки сланца с применением твердого теплоносителя, можно говорить и о химическом использовании сланцевого газа. При достаточном объеме его производства целесообразно извлекать стандартными методами этилен, пропилен, углеводороды с четырьмя атомами углерода в молекуле, что может служить основой для организации синтеза полимерных материалов и химикатов. Оста-

точный газ после извлечения этих компонентов (смесь метана, водорода и окиси углерода) представляет собой хорошее сырье для синтеза аммиака или метанола.



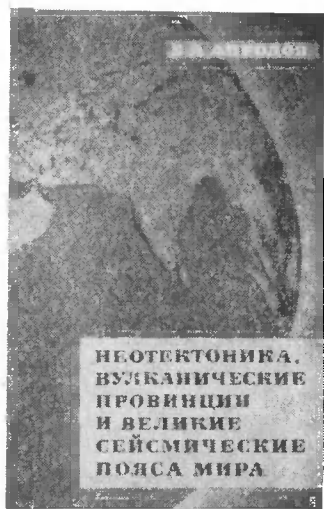
Таковы ближайшие перспективы комплексного развития химии на основе использования горючих сланцев. Эта молодая отрасль науки и техники призвана дополнить

сложившиеся в нашей стране важнейшие направления в химии нефти, природных газов, углей. Естественно, в науке о сланцах и особенно в ее химическом аспекте, есть еще много пробелов и неразведанных участков. Но таковы уж особенности разработки любых новых оригинальных направлений в науке и технике.

УДК 666.765



ПУЛЬС ЗЕМНОГО ШАРА



В. А. Анропов

НЕОТЕКТЕНИКА, ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ И ВЕЛИКИЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ПОЯСА МИРА

Изд-во Московского университета, 1965, 222 стр., ц. 98 коп.

За последние 25 млн. лет земная кора претерпела глубокую

перестройку. Сформировались высочайшие горные сооружения, возникли обширные впадины, образовались многочисленные разнообразные структурные формы.

Эти тектонические движения и порождающие их глубинные процессы не прекращаются и в наши дни. Сильные землетрясения, извержения вулканов, перемещения отдельных участков земной поверхности, определяемые точными геодезическими методами, — все это многообразие природных явлений отражает неослабевающую внутреннюю жизнь нашей планеты.

Автор знакомит читателя с вулканическими провинциями, расположенными в пределах континентов, океанических впадин и на границах этих крупнейших тектонических структур. Одна из частей книги посвящена землетрясениям, которые так же, как и вулканические пояса, сосредоточиваются на земном шаре в виде

определенных полос и зон, описывая его в разных направлениях.

В книге дано описание наиболее крупных вулканических извержений и катастрофических землетрясений, произошедших на земле в последнее столетие. На основании большого фактического материала произведена систематика этих грозных явлений природы. Интересны выводы о планетарных закономерностях в проявлениях вулканических извержений, землетрясений на поверхности Земли с глубинными процессами, происходящими в земной коре и подкоровых частях земного шара.

Книга написана популярно, живо, она может служить и хорошим справочным материалом при изучении вулканических процессов и землетрясений на Земле.

Е. В. Суликозов

Москва

ТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ

Профессор П. Д. Астапенко

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Женева

Для советского читателя может представить интерес обзор исследований, выполненных в США, Японии и в других странах в связи с проблемой тропических циклонов и поисками возможностей активного воздействия на них. Автор сделал попытку отобрать и систематизировать все наиболее важное и наименее известное из материалов по тайфунам и ураганам.

В последние годы в изучении таких важных явлений, как тропические циклоны и особенно те их разновидности, которые известны в Атлантике под названием ураганов, а в Тихом океане — тайфунов, достигнут определенный прогресс. Новые данные об ураганах и тайфунах не только расширяют наши представления об этих грозных и весьма опасных для жителей тропической зоны явлениях природы, но и открывают новые возможности для предотвращения губительных последствий тропических циклонов и даже позволяют по-новому подойти к проблеме активного воздействия на погоду.

Почти ежегодно ураганы и тайфуны в различных районах тропических поясов обоих полушарий Земли наносят страшные разрушения и причиняют огромные убытки, не говоря уже о человеческих жертвах. Только ураган «Флора» в 1963 г. унес в США более 7000 человеческих жизней и причинил убытков более, чем на половину миллиарда долларов; тайфун «Вера» в 1959 г. в одной Японии стоил жизни более 5000 человек и нанес ущерб, оцениваемый почти в полтора миллиарда долларов; число пострадавших от него в Японии превысило 1 млн. 500 тыс. человек. Страшные опустошения принесли тропические циклоны жителям Пакистана и Филиппин в 1965 г.

Наибольшие разрушения и человеческие жертвы в тропических циклонах связаны с

внезапными затоплениями прибрежных местностей, которые вызываются гигантскими цунами, а также возникающими чрезвычайно сильными ливнями и выходом из берегов рек. Значительную, хотя и меньшую, опасность представляет сама по себе большая скорость ветра в тропических циклонах, достигающая 150 и в отдельных случаях даже 257 км/час (тайфун «Ами» 1—5 сентября 1962 г.).

Тропические циклоны зарождаются и развиваются над океанами низких широт. Они представляют собой вихри с циклонической циркуляцией (с направлением ветра в Северном полушарии против движения часовой стрелки) диаметром от 200 до 2000 км. Длительность жизни тропического циклона — от одного до 30 дней. Запасы энергии в тропических циклонах колоссальны: в урагане средней интенсивности в течение суток освобождается такое количество скрытой теплоты конденсации, которое эквивалентно 400 сверхмощным водородным бомбам. При этом только около 3% этой энергии трансформируется в кинетическую, создавая движение воздуха очень большой скорости — ветер в циклоне.

Основу каждого тропического циклона составляет его «глаз» или теплое ядро в самом центре циклона, окруженное несколькими гигантскими облаками — башнями, развитыми до 15—17 км высоты.

Наиболее мощные облака располагаются

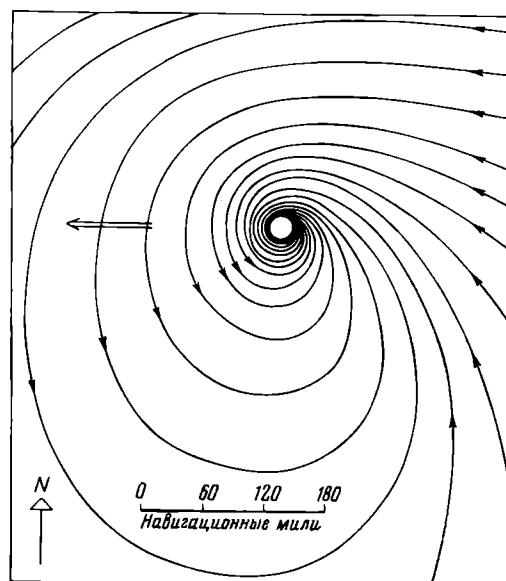
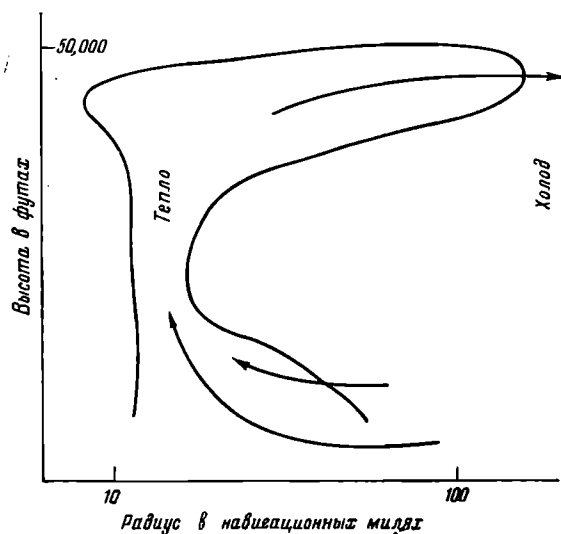


Рис. 1. Схема вертикальных движений воздуха в облаках вблизи центральной части тропического циклона (слева). Горизонтальное движение воздуха, втекающего в циклон в нижнем слое атмосферы (справа). Двойная стрелка показывает направление движения циклона

справа от направления движения тропического циклона. (Следует, однако, иметь в виду, что последнее может подчас резко меняться). Облака, окружающие «глаз бури», как выяснилось сравнительно недавно, играют жизненно важную роль во всем циркуляционном механизме циклона. Они служат одновременно и «цилиндрами», в которых происходит сгорание, и «бензонасосами» теплового двигателя, каким является каждый тропический циклон. Облака вокруг теплого ядра тропического циклона, кроме того, предотвращают проникновение холода к его центру. А ведь этот процесс неминуемо ведет к прекращению жизни урагана или тайфуна, так как ликвидирует ту разность значений атмосферного давления в центре и на периферии циклона, которая существует в нижних слоях атмосферы и которая обуславливает характерную для циклона циркуляцию вообще и, в частности, типичные для него скорости ветра.

Теплый, более легкий воздух в центральной части циклона способствует сохранению низкого атмосферного давления у поверхности моря. Относительно холодный и, следовательно, более тяжелый воздух на периферии циклона обуславливает здесь, по мере удаления от центра циклона, рост атмосферного давления. Чем больше разница плотности

воздуха в центре циклона и на его периферии, т. е. чем больше контраст температуры воздуха в теплом ядре тропического циклона и на его холодной периферии, тем в тропическом циклоне сильнее так называемый градиент или «перепад» давления, а следовательно и скорость ветра.

Исследования показали, что если ядро тропического циклона теплее его периферии на $8-10^\circ$, то «глубина» циклона бывает значительной, давление в его центре опускается до 940 мб. (Для ураганов средней интенсивности характерно давление в центре около 980 мб, разность температуры воздуха в центре и на периферии оказывается при этом $5-6^\circ$.)

Подъем воздуха в облаках, окружающих теплое ядро тропического циклона, предотвращает быстрое охлаждение ядра, способствует сохранению разности давления и препятствует быстрому заполнению циклона, которое было бы неизбежным при общей тенденции втока воздуха в нижнем слое атмосферы с периферии циклона к его центру (рис. 1).

В верхней тропосфере картина меняется: теплое ядро над циклоном становится центром повышенного давления, от которого поступающий снизу воздух растекается к его периферии (рис. 2). Это также имеет решающее

значение для поддержания жизни тропического циклона.

Однако самая важная деталь механизма тропического циклона, оставшаяся до недавних пор неизвестной — это осуществление подъема почти всего воздуха, втекающего в него внизу, через немногочисленные и сравнительно тонкие ветрикальные «цилиндры» — башни гигантских кучево-дождевых облаков, которые окружают теплое ядро урагана или тайфуна. Подъем воздуха, втекающего в циклон над поверхностью океана и успевающего обогатиться влагой с его теплой поверхности, происходит в башнях-облаках очень быстро и до большой высоты. Примерно $2/3$ падения давления в тропических циклонах связано с выбросом влажного и теплого воздуха выше уровня 400 мб (7500 м). Реализация избыточных запасов влаги и тепла, черпаемых насосами-облаками над поверхностью океана, происходит в верхней тропосфере. При интенсивных процессах конденсации обильные ливневые осадки сопровождаются грозowymi явлениями.

На рис. 3 показаны характерные кривые средних летних значений температуры воздуха на разных уровнях над Карибским морем и при быстром подъеме воздуха в облаках, в том числе в тропических циклонах глубиной 980 и 940 мб. На уровнях 400—300 мб (7500—10 000 м) воздух, поднявшийся в облаках глубокого циклона, на $15\text{--}18^\circ$ теплее окружающего или обычного внеоблачного воздуха. Ничего подобного не наблюдается в кучево-дождевых облаках вне тропических циклонов, когда этих облаков много и они меньше по размерам, слабее развиты по высоте.

Многими исследованиями, в том числе выполненными в США (Ж. Малкус, Г. Рилл), установлены численные соотношения между скоростью ветра в урагане, температурой воздуха его теплового ядра, температурой воздуха в облачных «башнях» на разных уровнях, а также температурой поверхности океана. Было также подтверждено, что высокая концентрация мощных кучево-дождевых облаков — «теплых башен» вокруг «глаза бури» в сочетании с теплой поверхностью океана — это необходимое условие возникновения и сохранения теплового ядра тропического циклона (а следовательно и низкого атмосферного давления в его центре, высоких значений горизонтальных градиентов давления и скоростей ветра, характерных для ураганов).

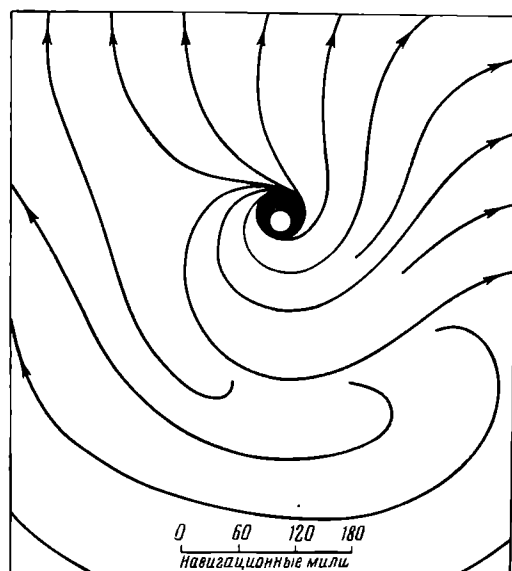


Рис. 2. Схема горизонтального движения воздуха над тропическим циклоном в верхней тропосфере

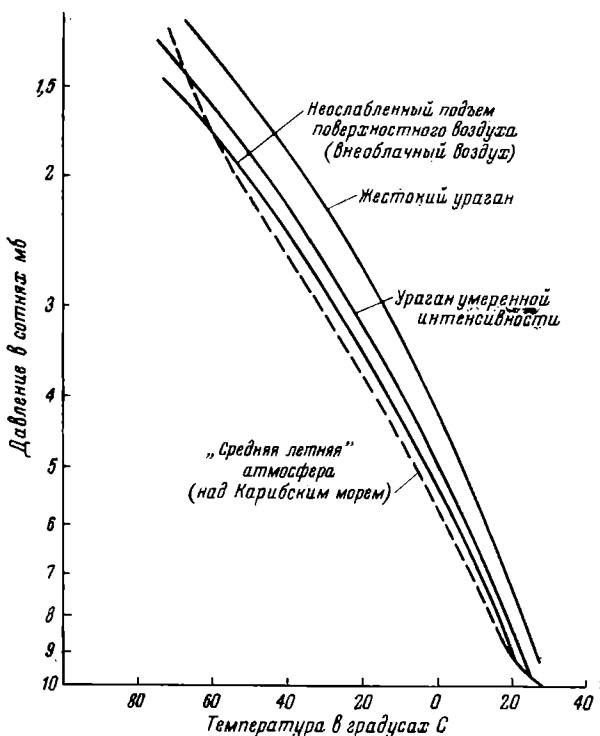


Рис. 3. Кривые средних значений температуры на разных уровнях летом (для внеоблачного воздуха и воздуха в облаках в циклонах различной глубины)

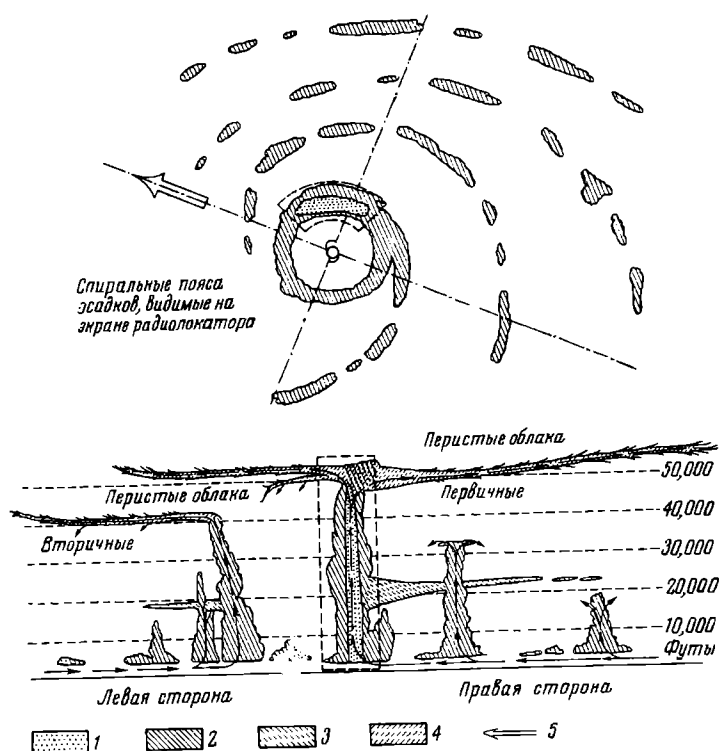


Рис. 4. Модель урагана в плане (сверху) и в разрезе (снизу). «Теплые башни» облаков (1), конвективные облака (2), высоко-слоистые облака (3), перистые облака (4), направление движения урагана (5)

Таким образом, облачным башням вокруг теплого ядра урагана принадлежит исключительно важная роль, определяющая жизнеспособность урагана. Этим можно воспользоваться в интересах людей, находящихся под постоянной угрозой и нередко терпящих бедствия от ураганов.

Идея активного воздействия на ураганы и тайфуны с учетом новых представлений о природе этих явлений заключается в том, чтобы попытаться превратить возникший или зародившийся уже ураган в обычный тропический циклон, не грозящий катастрофическими разрушениями.

Разница между обычным тропическим циклоном и ураганом (или тайфуном), как известно,

заключается не в количестве энергии, реализуемой обоими этими видами возмущений, а в степени концентрации этой энергии, т. е. в размерах территорий, над которыми эта энергия реализуется. Задача, таким образом, сводится к возможно большему расширению площади, на которой происходит подъем вовлекаемого в циклон воздуха, а следовательно — к ослаблению значений горизонтальных градиентов температуры и давления. Это может быть достигнуто путем засева иодистого серебра или других реагентов в воздух наиболее активной, правой по направлению движения урагана части циклона, в которой мы искусственно вызовем развитие кучево-дождевых облаков (рис. 4, 5, 6). Это приведет к резкому расширению облачной зоны урагана, т. е. к увеличению радиуса области с восходящим движением втекающего в циклон воздуха, а в последующем — к ослаблению градиентов скорости ветра и общей интенсивности урагана.

Подсчеты показывают, что замерзание каждого грамма воды на 1 м^3 переохлажденной влаги об-

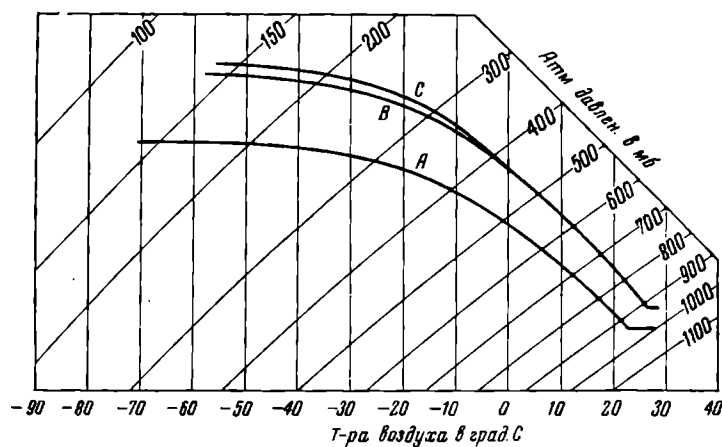


Рис. 5. Подъем частицы воздуха в урагане. Кривая, характеризующая изменение температуры воздуха с высотой на периферии урагана (А); кривая, характеризующая изменение температуры воздуха с высотой в облачной стене «глаза урагана» без выделения скрытой теплоты замерзания (В); кривая, характеризующая изменение температуры с высотой в облачной стене «глаза урагана» с учетом выделения скрытой теплоты замерзания (С)

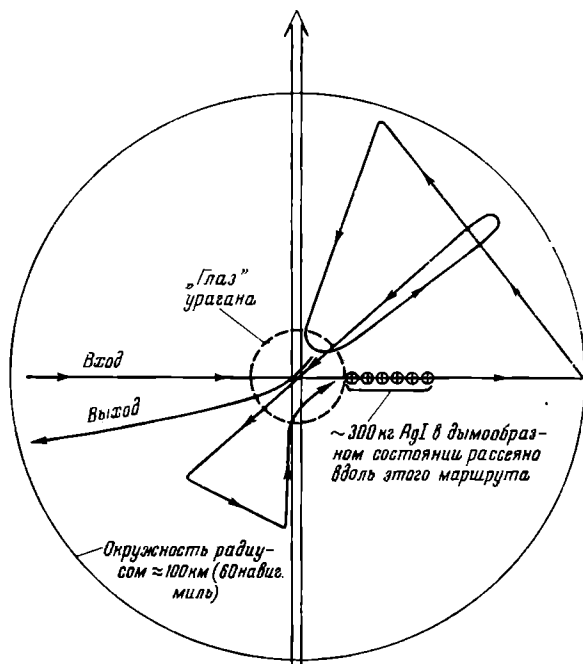


Рис. 6. Схема засева дымообразного подистого серебра (AgI) в облаке вблизи центра урагана, в радиусе до 100 км от его центра (справа от направления движения урагана)

лака между уровнями 150 и 500 мб обеспечивает повышение температуры приблизительно на 2° . При этом половина этого потепления обуславливается выделением скрытой теплоты замерзания воды, а вторая половина — сублимацией (т. е. переходом вещества при нагревании непосредственно из твердого состояния в газообразное). Понижение давления (вне центральной части циклона) может достигнуть в этом случае 6—7 мб и таким образом величина горизонтального барического градиента в радиусе 20—35 км от центра урагана уменьшится на 15—20%. Эти данные были проверены в эксперименте (в нем были использованы самолеты, радиолокационные установки и дополнительно проведено радиозон-

дирование). Данные расчетов и эксперимента по ураганам «Истер» (16—17 сентября 1961 г.) и «Бюлах» (Beulah, 19—24 августа 1963 г.) совпали.

Пока рано говорить о практической возможности активного воздействия на ураганы и тайфуны, но в ближайшие годы можно надеяться на успешное завершение начатых исследований и положительные их результаты.

Для продолжения исследований особенно важно уделить первоочередное внимание определению количества переохлажденной воды в облаках и выяснению роли замерзания воды в облаках, развивающихся без воздействия человека. В случае, если в таких облаках основная масса воды остается в переохлажденном виде и замерзание охватывает лишь незначительную ее часть, то возможности разрушения теплого ядра тропического циклона путем воздействия на окружающее его облака следует признать весьма перспективными. С другой стороны (если процессы выделения скрытой теплоты замерзания воды играют важную роль в естествен-

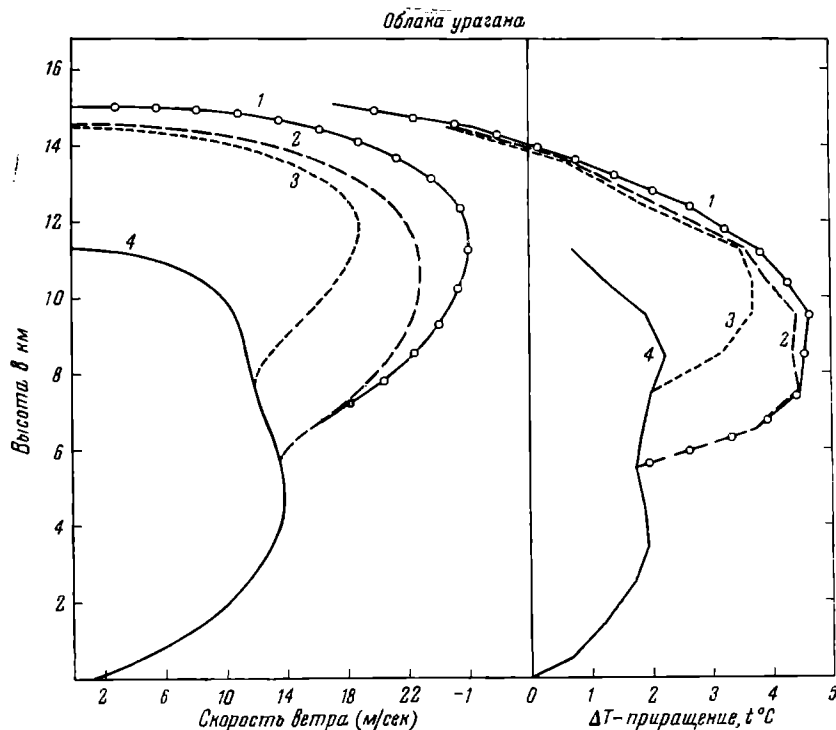


Рис. 7. Кривые, характеризующие последовательное изменение основных характеристик облака после засева его химическими реагентами: до засева (1), после засева, при интенсивном выделении скрытой теплоты замерзания (2 и 3); после засева, при замедлении процесса выделения скрытой теплоты замерзания (4)

ном развитии обычных ураганов) более перспективной может оказаться попытка предотвратить реализацию этой теплоты, если только вообще это практически осуществимо. Такая возможность показана на рис. 7, где видно, что облако без выделения скрытой теплоты должно понизиться на 3000 м и охладиться на 2° в своей верхней части (сплошная кривая вместо точечной). Конечно, надо считаться с тем, что пока неизвестны способы предотвращения выделения скрытой теплоты замерзания в облаках.



В. К. Прохоренко
ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ
СТРУКТУРЫ МАТЕРИИ

Изд-во «Знание», 1965, 31 стр.,
ц. 6 коп.

Категория структуры в последнее время привлекает все большее внимание. Представители той или иной конкретной области научного знания обычно изучают лишь один из аспектов многогранной структуры движущейся материи. Изучение общих свойств структур является задачей более широкого философского исследования. Одна из попыток такого анализа принята в этой небольшой по объему книге.

Центральная проблема, которая привлекает внимание автора, — противоречивость структуры материи — интересна и мало разработана. Он обращает внимание на тот факт, что структура как всей материи, так и отдельных вещей и процессов, представляется рядом общих и специфических противоречий. Это противоречия общего и отдельного, части и целого, внутреннего и внешнего, обусловленности и независимости и т. д. Некоторые из этих противоречий подробно рассматриваются автором, причем он приходит к выводу, что каждое из них выражает одну из сторон структуры, не исчерпывая ее сущности. Сущность структуры материи автор видит в един-

Правда, многое из области активного воздействия на тропические циклоны может показаться научной фантастикой. Однако сейчас эта проблема не столько инженерно-техническая, сколько научная. Хочется подчеркнуть, что организация экспериментов с воздействиями на тропические циклоны должна проводиться на базе теоретических исследований. В этом случае могут быть получены важные положительные результаты.

УДК 551. 515. 2



стве и противоречии двух противоположностей: дифференцированности и целостности. Оно определяет специфику тела и является узлом всех остальных противоречий.

Автору удается, вычленив сущность структуры, рассмотреть с этой точки зрения несколько интересных проблем. Одна из таких проблем — оценка меры сложности структур. Сложность автор определяет как глубину противоречия между дифференцированностью и целостностью. Критерием сложности является количество уровней дифференцированности. С этой точки зрения структура атома в три раза сложнее структуры нуклона, так как она характеризуется тремя ступенями диффе-

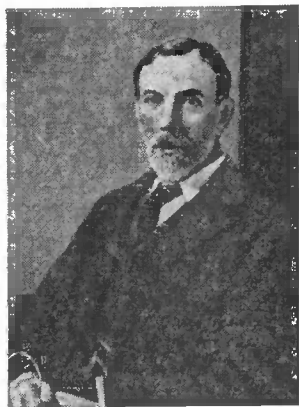
ренцированности: расчленением атома на ядро и электроны, ядра — на нуклоны и дифференциацией нуклонов, тогда как для нуклона известен пока лишь один уровень дифференциации. Но, по-видимому, критерий, предложенный автором, годится лишь для первого анализа, при более глубоком рассмотрении сложности структуры придется учитывать число элементов и связи.

В связи с проблемой сложности следовало бы обратить внимание на необходимость рассмотрения простоты структуры. Постановка проблемы простоты имеет вполне определенное значение, поскольку это понятие не есть лишь обычная противоположность понятия сложности, а имеет некоторое самостоятельное содержание. Носителем простоты в структуре, по-видимому, выступает элемент, но не как то, что бесструктурно, а как то, что сохраняет свою целостность, динамическую инвариантность для определенного вида взаимодействий.

К достоинствам книги следует отнести то, что автор ее как физик рассматривает проблему на основе богатого естественно-научного материала. Несомненно, эта небольшая книжка привлечет внимание тех, кто интересуется философскими вопросами науки.

Е. А. Мамчуp
Москва

ЭЛЕМЕНТЫ НУЛЕВОЙ ГРУППЫ



ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ СО ДНЯ СМЕРТИ
УИЛЬЯМА РАМЗАЯ

*Профессор Ю. С. Мусабеков
Ярославль*

VIII	0
	He ² 4,0026
	Ne ¹⁰ 20,183
	Ar ¹⁸ 39,948
Ni ²⁸ 58,71	
	Kr ³⁶ 83,80
Pd ⁴⁶ 106,4	
	Xe ⁵⁴ 131,30
Pt ⁷⁸ 195,09	
	Rn ⁸⁶ 222

Открытие гелия, аргона и других элементов нулевой группы периодической системы — одна из увлекательнейших глав истории естествознания. Здесь, как в фокусе, сконцентрированы многие характерные пути, по которым развиваются точные науки о природе вещества: тесно переплетаются химия и физика; новый шаг вперед часто связывается с уточнением приема исследования; гипотеза подтверждается или отвергается; казалось бы бесполезные сведения, добытые в отдаленные времена, оказываются решающими в дальнейшем прогрессе науки; делаются одновременные независимые открытия; переплетаются земные и космические проблемы; сугубо мирные дела оборачиваются военно-истребительной стороной и т. д.

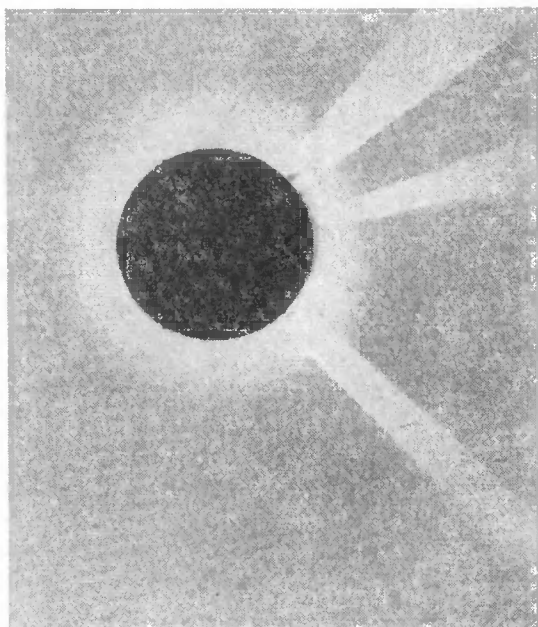
Выдающиеся заслуги в открытии элементов нулевой группы бесспорно принадлежат Уильяму Рамзаю (1852—1916). Пятьдесят лет со дня смерти этого, по выражению В. И. Ленина, «всемирно знаменитого английского химика» исполняется в июле 1966 г. Высоко оценивая «первоклассные в науке» исследования этого ученого, Д. И. Менделеев

писал: «Я считаю Рамзая утвердителем справедливости периодического закона, так как он открыл He, Ne, Ar, Kr, Xe, определил их атомные веса, и эти числа вполне подходят к требованиям периодического закона».

СОЛНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Первым из инертных элементов, с которым познакомились химики, был самый легкий из них. Его обнаружили вначале на Солнце, а потом уже на Земле, почему и назвали гелий, т. е. солнечный.

Полные солнечные затмения — важный объект наблюдения. Они всегда поставляют естествоиспытателям новую информацию о природе небесных светил, материи, физических и химических явлений. Поэтому к каждому затмению, а их паучились точно предсказывать уже тысячелетия назад, ученые тщательно и заранее готовятся, применяя все новые и новые методы наблюдения. Например, во время затмения 18 июля 1860 г. удалось сфотографировать протуберанцы, природа которых была предметом длительных дискуссий. К тому времени уже был известен спектральный анализ, но о спектроскопе вспомнили, к сожалению, когда затмение кончилось.



Солнечный диск, закрытый Луной, и протуберанцы (видны справа), зарисованные астрономом Плантасмуром во время затмения 18 июля 1860 г. в Испании

Готовясь к затмению 18 августа 1868 г., каждый астроном старался обзавестись спектроскопом, и это дало замечательные результаты. Француз Жюль Жансен (1824—1907), наблюдая полное солнечное затмение в Индии, приходит к выводу о наличии нового элемента на Солнце. Англичанин Дж. Норман Локьер (1836—1920) в октябре того же года, исследуя протуберанцы при помощи спектроскопа, заметил новую линию поглощения с длиной волны 587 $m\mu$, которая не была присуща ни одной из ранее известных элементов, т. е. и Локьер открыл тот же новый элемент, который единодушно называли гелием. Оба ученых о своем открытии независимо друг от друга сообщили Парижской, в то время наиболее авторитетной, академии наук. В честь знаменательного события была выбита медаль, преподнесенная каждому из ученых. На одной стороне медали изображены оба ученых в профиль, а на другой — бог Солнца — Аполлон на колеснице с четверкой коней. Под колесницей надпись: «Анализ солнечных выступов 18 августа 1868 года».

Только через четверть века после рассказанных событий, в 1882 г., итальянец Пальмиери наблюдал ту же желтую линию погло-

щения при спектральном исследовании лавы Везувия. А в Америке в это же время геолог Хильдебранд обнаружил, что урановый минерал клеверит при кипячении с серной кислотой выделяет легкий газ, похожий на азот. Десять лет спустя лондонский химик Генри Мейерс обратил внимание Уильяма Рамзая на статью Хильдебранда. Рамзай решает изучить газ из клеверита. С большим трудом он находит и покупает в Лондоне всего один грамм минерала, выделяет из него несколько кубических сантиметров газа, очищает его от примесей и исследует спектрально. Результат поразил Рамзая: газ из клеверита оказался гелием!

Чтобы быть уверенным в своем открытии, Рамзай обратился к прославленному спектроскописту Лондона Уильяму Круксу (1832—1919) с просьбой исследовать газ из клеверита. Крукс подтвердил данные Рамзая. Так через 27 лет на Земле был впервые обнаружен новый элемент, ранее открытый на Солнце. В тот же день 28 марта 1895 г. Рамзай сообщил о своем открытии Лондонскому Королевскому обществу и письмом к Марселену Бертло Парижской академии наук. Через 15 дней швед Ланглетт независимо выделил газ из клеверита, доказал его гелиевую природу и также сообщил об этом собранию Парижской академии письмом к Бертло.

Далее гелий обнаруживался в воздухе, куда он попадал из редких минералов типа клеверита (мнение Рамзая); в незначительных количествах гелий находили в некоторых минеральных водах — целебных источниках ряда курортов. По этому поводу в одной из своих лекций об открытии в земной атмосфере гелия Рамзай говорил так: «Поиски гелия напоминают мне поиски очков, которые старый профессор ищет на ковре, на столе, под газетами — и находит наконец у себя на носу. Гелий очень долго искали. А он был в воздухе!»

Вскоре после обнаружения гелия на Земле в лондонском журнале «Панч» появилась карикатура, на которой Гелий — житель Солнца — восклицает: «Ну, наконец-то! они нашли меня и у себя на Земле! Это длилось достаточно долго! Сколько же времени пройдет, пока они догадаются, что со мной делать!»

К сожалению, гелий в первую очередь приобрел военное значение.

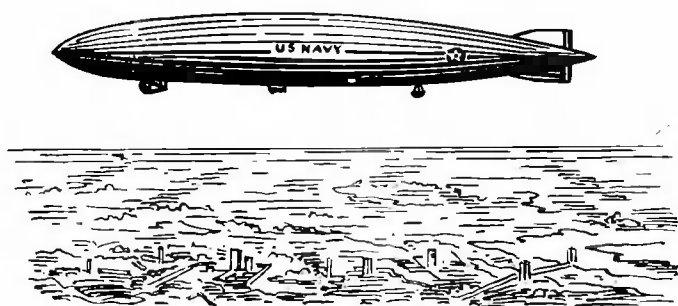
В первую мировую войну немецкая армия для бомбардировки крупных городов Фран-

ции и Англии использовала дирижабли, цеппелины, наполненные водородом. Но борьба с ними оказалась сравнительно легкой. Первый же зажигательный снаряд, попавший в цеппелин, оказывался для него гибельным. Из 123 цеппелинов Германии 40 сгорели от зажигательных снарядов. Каково же было удивление генерального штаба английской армии, когда однажды прямое попадание зажигательных снарядов в цеппелин не дало ожидаемых результатов.

Эту загадку разгадал английский химик Ричард Трелфолл, высказавший мысль, что немцы стали наполнять дирижабли гелием вместо водорода. Но откуда брать сотни тысяч кубометров гелия, когда он так малодоступен? В каждом кубометре воздуха содержится лишь 5 см^3 этого редкого газа. Холодильная машина Линде могла дать его не более 3 л/час ; на каждый цеппелин такая машина должна была бы работать непрерывно 200 лет! Но немцы решили эту задачу сравнительно просто. Задолго до начала войны они заполняли возвращавшиеся из Бразилии и Индии свои товарные пароходы монацитовым песком, содержащим гелий. Помимо этого, гелий добывался из минеральных источников в Наугейме по 70 м^3 в день.

Вскоре гелий приобрел и большое «мирное» значение, хотя еще оставался очень дорогим. Каждый грамм его в 1916 г. стоил более 1000 руб. золотом, но уже через два года цена снизилась в 250 раз. Гелий в США стали добывать заводским путем из природного газа. Стали делать пассажирские дирижабли. Но и здесь дела шли не гладко. Первый такой дирижабль «Шенандоа», просуществовав два года, в сентябре 1925 г. был разрушен бурей, и 5500 м^3 гелия, весь его мировой запас, собиравшийся шесть лет, рассеялся в воздухе за полчаса.

Ныне снова и снова техническая мысль возвращается к гелиевым дирижаблям. Экономисты подсчитали, что они выгодны. Кроме того, гелий применяется в борьбе с «кессонной болезнью», при лечении астмы, удуший и т. д. Гелий — незаменимый объект и материал при изучении низких температур, близких к абсолютному нулю. Много интереснейших явлений и состояний материи открыто и исследовано крупнейшими советскими учеными П. Л. Капицей и Л. Д. Ландау именно на гелиевом объекте.



Американский дирижабль «Шенандоа», заполненный гелием

ОДНА СТОДВАДЦАТАЯ

Хронологически следующим инертным газом, с которым познакомились химики, был аргон, история открытия которого не менее поучительна. Она началась очень давно и была связана с работами замечательного английского физика, химика-пневматика и флогистика Генри Кавендиша (1731—1810).

С именем этого ученого связано немало юмористических эпизодов, о которых хотелось бы рассказать любознательному читателю.

Кавендиш, сын герцога Девонсье, был очень богатым человеком, имел превосходную библиотеку, которой все могли пользоваться с условием, что оставляли записку «взята из библиотеки Кавендиша», обязуясь не тревожить хозяина разговорами. Беря домой книгу, и сам Кавендиш оставлял записку такого же содержания. Все свое время он посвящал химии и физике и, избегая известности, ничего не публиковал. Его труды увидели свет только посмертно. Французский физик Ж. Б. Био назвал Кавендиша «самым богатым среди ученых и самым ученым среди богатей». Эта острота несколько преуменьшает научные заслуги Кавендиша. На самом деле он был одним из крупнейших ученых своего времени и прославился рядом фундаментальных открытий.

Своих друзей Кавендиш изредка принимал в домашней лаборатории и всегда угощал бараньей ногой. Как-то у него собралось пять человек, и экономка предупредила холостого хозяина, что бараньей ноги недостаточно. «Купите две», — ответил Кавендиш, не зная другого вида угощений.

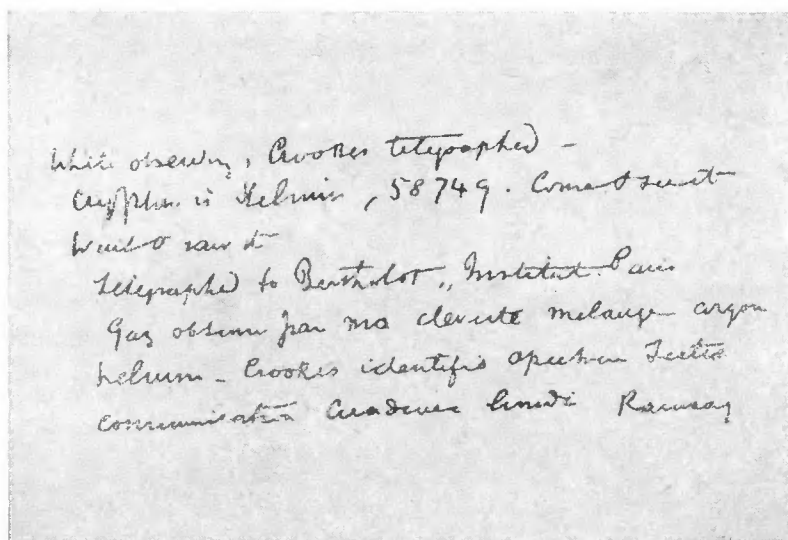
Кавендишу сообщили, что его прежний библиотечкарь болен и в большой нужде.

— Очень жаль, — ответил он искренне.

— Вы могли бы ему помочь, назначив небольшое пособие.

— Я? Хорошо, хватит ему 10 тыс. фунтов стерлингов?(!)

Не отвлекаясь больше от основной темы, сообщим, что Кавендиш в 1785 г. производил серию анализов по определению состава воздуха. Через смесь воздуха с небольшим ко-



Из записной книжки У. Рамзая. Перевод: «Во время опытов получил телеграмму от Крукса «Криптон — гелий, 58749. Приезжайте — увидите». Поехал и увидел. Послал телеграмму Бертло: «Институт, Париж, Газ, добытый мною из клевета, — смесь аргона и гелия. Крукс установил тождество спектров. Сделайте сообщение в Академии в понедельник. Рамзай»

личеством кислорода (здесь употребляется современная терминология), помещенную над раствором едкого натра, он пропускал электрические искры. Образующиеся при этом окислы азота поглощались щелочью. Когда объем газовой смеси при пропускании искр перестал уменьшаться, он ввел в трубку серный цвет, чтобы поглотить избыток кислорода. «После этого остался непоглощенный, — пишет Кавендиш в дневнике, — лишь небольшой объем азота, который наверное был не более $1/120$ объема, введенного в трубку азота, и если в азоте нашей атмосферы есть некоторая часть, которая после удаления кислорода, воды и углекислоты, не может быть превращена в азотный и азотистый ангидриды, то она наверное не более $1/120$ доли общего количества». Более ста лет это замечательное наблюдение оставалось без внимания.

В 1890 г. Джон Уильям Рэлей (1842—1919) занимался точным определением удельных весов наиболее важных газов — азота, кислорода и водорода. Каково же было его удивление, когда обнаружилось, что очищенный азот воздуха имеет несколько большую плотность, чем азот, полученный химическим разложением сложных веществ:

1 л азота воздуха весил 1,2572 г, в то время как 1 л «химического» азота весил 1,2505 г. Ошибка в точнейших измерениях исключалась. Обсуждая с Джемсом Дьюаром (1842—1923) причины расхождений, Рэлей вспомнил о наблюдениях Кавендиша, но не решился настаивать на одинаковости причин. 29 сентября 1892 г. Рэлей писал в журнале «Nature» («Природа»): «Я очень удивлен недавними результатами определения плотности азота и буду признателен, если кто-либо из читателей сможет указать причину. В зависимости от двух разных способов приготовления я получаю разные величины. Относительная разница около $1/1000$ незначительна, но она лежит за пределами опыта и может быть приписана только разнице в характере азота».

На письмо откликнулся Рамзай, предположивший в «воздушном» азоте тяжелую примесь, и ученые вместе провели кропотливые новые исследования состава воздуха, считавшегося после классических работ Лавуазье твердо и навсегда установленным. Рэлей и Рамзай пользовались разной методикой и сопоставляли результаты. Рамзай готовил азот воздуха, отделяя его от кислорода внесением накаливаемого магния и кальция, с которыми азот образует твердые нитриды — азотистые магний и кальций. Рэлей же повторил опыты Кавендиша, т. е. пропускал через воздух электрические разряды; окислы азота растворением в щелочи переводились в нитрат и нитрит.

Сопоставленные результаты обоих ученых привели к заключению, что в воздухе содержится неизвестный элемент. Плотность более тяжелого, чем азот, газа по водороду равнялась 19; он оказался чрезвычайно инертным, не вступал в реакцию ни с каким другим элементом. В воздухе газ содержался в количестве чуть больше 1% по весу. Новый элемент назвали аргоном, что переводится с греческого как «ленивый», «недеятельный», «косный».

Рэлей от своего и Рамзая имени в августе 1894 г. доложил об открытии нового

элемента на съезде Британской ассоциации ученых в Оксфорде. Сообщение было воспринято многими со скепсисом. Возвратившись к себе, некоторые из них повторили опыты и тоже пришли к заключению о присутствии в воздухе нового пассивного элемента.

Химическая инертность не позволяла определить атомный вес аргона обычными методами. Пришлось обратиться к теплоемкости этого газа, которая подсказала его одноатомное состояние, т. е. что каждая молекула аргона состоит из одного атома. Учитывая плотность газа, атомный вес аргона условно считали равным 38; позднее эта цифра была уточнена. Атомный вес аргона — 39,994 — был точно определен только после того, как научились отделять аргон от всех других примесей, которых оказалось не мало.

ПРЕДСКАЗАНИЕ ШЛИССЕЛЬБУРГСКОГО УЗНИКА

Вслед за аргоном было открыто еще несколько инертных элементов. Любопытно, что существование целого семейства их теоретически предсказал еще в 80-е годы шлиссельбургский узник Н. А. Морозов (1854—1946) путем сопоставления свойств элементов и углеводородов. Там, где теперь в системе Д. И. Менделеева стоит нулевая группа, у Морозова были проставлены атомные веса предполагаемых элементов: 4; 20; 40; 82. Эти числа почти совпадают с атомными весами инертных газов. Труд Морозова «Периодические системы строения вещества» увидел свет только в 1907 г. и, к сожалению, остался почти не замеченным учеными.

Когда стали известны два инертных элемента, возник вопрос о их размещении в периодической системе. Рамзай, глубоко веривший в периодический закон Менделеева, поместив гелий между водородом и литием, а аргон между хлором и калием, увидел, что в «нулевой группе»¹ недостает еще нескольких элементов. Преисполненный верой в периодический закон, Рамзай в сотрудничестве с Моррисом Уильямом Траверсом на протяжении нескольких лет с поразительным упорством ищет в различных природных образованиях недостающие инертные элементы.

¹ Д. И. Менделеев писал, что необходимость образования особой нулевой группы «прежде всех в 1900 г. признал Эррера в Бельгии».

Вот как описывает Рамзай поиски, называя себя и Траверса в третьем лице: «Они нагревали более сотни различных минералов, чтобы узнать, не содержат ли они какие-нибудь новые газы и если да, то какие? Им, однако, не удалось найти ни одного нового газа и, они только установили, что многие минералы при нагревании выделяют гелий. Далее подвергались выпариванию многие минеральные воды, и были исследованы выделившиеся при этом газы, но и здесь были найдены лишь гелий и аргон. Нагревались даже метеориты или «падающие звезды», но и из них только один при нагревании выделял газ, не вступающий в соединение с другими элементами; при ближайшем исследовании, однако, и этот газ оказался смесью из тех двух газов».

Следует добавить, что были предприняты поездки в Исландию и на Пиринеи для сбора проб газа из многих минеральных источников. Но все эти попытки не привели к ожидаемому результату, новые газы не обнаруживались. Было от чего впасть в уныние, но Рамзай был не таков, он продолжал поиски, веря в конечный успех.

Рамзай решил вернуться к более детальному исследованию старейшего объекта химии и физики — воздуха. «Они непременно должны быть найдены в атмосфере, как бы мало ни было их количество», — писал Рамзай об аналогах гелия и аргона. Вместе с Траверсом он использовал разработанный к этому времени в работах Линде (Германия) и Хемпсона (Англия) метод машинного сжижения газов. Добыв большое количество атмосферного аргона и охлаждая его жидким воздухом, Рамзай и Траверс получили бесцветную жидкость. Так описывают ход мыслей сами исследователи: «Была надежда на то, что, если в аргоне содержатся еще какие-нибудь газы более высокой или более низкой точки кипения, то их удастся отделить от него простой перегонкой».

Применив еще более низкие температуры жидкого водорода ($-252,5^{\circ}\text{C}$) и подвергнув фракционированному испарению около 100 т жидкого воздуха, исследователи в 1898 г., наконец, выделили и изучили три новых инертных газа, названных неоном («новый»; название дано 12-летним сыном Рамзая), криптоном («скрытый») и ксеноном («чужой») с атомными весами соответственно; 20; 81,2 и 128. Экспериментальное мастерство и точность исследования Рамзая и Траверса видны из того, насколько невелика концентрация нулевых элементов в воздухе. Сто весовых частей воздуха содержат:

0,000056	весовых частей гелия
0,00086	» неона
0,005	» ксенона
0,023	» криптона
1,3	» аргона

Чтобы нагляднее представить эти величины обычно прибегают к такому сопоставлению. Молекулы воздуха увеличены до видимых размеров и проходят перед глазами со скоростью одна молекула в секунду. Тогда молекулы аргона проходили бы по одной в 2 минуты, криптона — раз в 8 мес., ксенона — раз в 6 лет и далее — до величин, превышающих максимальную продолжительность человеческой жизни.

Когда был открыт аргон, Д. И. Менделеев вначале не признавал в нем нового элемента, предполагая, что обнаружен аналог озона. Но затем, когда свойства аргона изучили подробно и особенно после открытия еще нескольких инертных элементов, когда нулевая группа придала системе элементов дополнительную стройность и еще более глубокую логичность, творец этой системы охотно пошел на расширение своей таблицы.

После встречи Менделеева с Рамзаем в Лондоне в 1900 г. оба ученых пришли к единодушному убеждению, что инертные элементы необходимо поместить в новой колонке периодической системы — в нулевой группе. «Это было своего рода испытание теоретической стороны периодической системы, — писал Менделеев. — Испытание было выдержано с успехом. Периодическая законность, нимало не нарушаясь, оказалась удовлетворяющей и аргонным элементам. Эти элементы по величине их атомных весов заняли точное место между галоидами и щелочными металлами».

Первооткрыватели инертных газов Рамзай и Рэлей при жизни были удостоены высоких научных и гражданских почестей. Оба они — лауреаты Нобелевской премии (1904), члены Лондонского Королевского общества и ряда иностранных академий. Рамзай в 1913 г. был избран почетным членом Петербургской академии наук. Некоторые его труды получили высокую оценку в работах В. И. Ленина. Рэлей и Рамзай удостоены ряда английских национальных медалей. Первый из них, носивший фамилию Стретт, получил титул лорда Рэлей.

Последний из инертных газов, радон, «открывали» несколько раз как радиоактивную эманацию (истечение, выделение) раз-

личных радиоактивных элементов. В 1900 г. Э. Резерфорд описал торон — эманацию тория. В том же году Дорн открыл радон — эманацию радия, а в 1902 г. Гизель и Дебьерн опубликовали сведения об актиноне — эманации актиния. Рамзай называл эманацию радия нитонем («светящийся»). Все три эманации — изотопы одного и того же элемента 86, для которого международная комиссия предложила символ Rn.

Радон с атомным весом 222 более чем в 7 раз тяжелее воздуха, а в жидком состоянии в 7 раз тяжелее воды. Радиоактивен, испуская альфа-частицы, он в конце концов превращается в изотоп свинца 206. В ничтожной концентрации радон содержится в некоторых лечебных минеральных источниках и грязях. В более высоких концентрациях наблюдается как продукт выделения в атомных реакторах. Здесь уместно подчеркнуть, что в воздухе, очевидно, присутствует совершенно ничтожное количество радона, не обнаруживаемое самыми чувствительными методами. Еще в 1923 г. Ф. Астон подверг испарению 400 т жидкого воздуха и не обнаружил в нем ни радона, ни каких-либо новых инертных газов, помимо уже открытых Рамзаем и Рэлеем.

Инертные газы нулевой группы находят все расширяющееся применение в промышленности, особенно в светотехнике (разрядные цветные трубки), в экспериментальной практике для создания максимально инертной среды, в медицине и т. д.

ИНЕРТНЫЕ ГАЗЫ НЕ ИНЕРТНЫ

В заключение истории открытия элементов нулевой валентности необходимо разъяснить прилагательное «инертный». Оно иногда до сих пор объясняется как характеристика элементов, не вступающих в химические соединения ни при каких условиях. Между тем это далеко не так. Еще в 1896 г. француз Р. Вийяр определял упругость диссоциации гидрата аргона. Через четверть века Р. Форкран синтезировал гидраты криптона и ксепона, а затем гидраты были получены и для большинства других благородных газов. Гидраты эти существуют при нулевой температуре и повышенном давлении. Б. А. Никитин получил соединения тяжелых инертных газов с фенолом, толуолом, хинолином и другими органическими веществами. Но все эти соединения являются так называемыми «соединениями включения», т. е.

образуются под влиянием сил Ван-дер-Ваальса; при возникновении соединений включения электронные валентные переходы не осуществляются.

Но вот в 1962 г. большой интерес вызвали хорошо идентифицированные, типичные химические соединения инертных газов с фтором¹, описанные Нейлом Бартлетом. Преодолев значительные экспериментальные трудности, Бартлет осуществил прогноз Лайнуса Полинга (1933), получив фториды ксенона. А в работах советских исследователей В. М. Хуторецкого и В. А. Шпанского получен дифторид ксенона при обычной температуре и небольшом давлении.

К 1965 г. синтезировано и изучено при-

мерно тридцать различных соединений ксенона, криптона и радона. Нет сомнения, что химики скоро добьются получения соединений и других элементов нулевой группы.

В связи с описанным должны подвергнуться изменениям теории о природе химической связи. Первые разработки приводят к заключению, что наряду с классическим октетом, большая роль принадлежит устойчивой оболочке из 12 электронов.

Словом, понятие «инертный» — стало слишком относительным. Оно, в основном, ныне выражает мысль: нулевые элементы менее активны, чем все другие химические элементы, а их «благородность» проявляется несколько больше, чем у металлов золота и платины.

¹ См. «Природа», 1964, № 12, стр. 111—114.

УДК 661.939



Лех Вильчек

КРАСОЧНЫЕ ВСТРЕЧИ

Изд-во «Sport i turystyka»,
Варшава, 1965

«Остановись мгновенье, — ты прекрасно» — эти слова могли бы служить эпиграфом к альбому цветных фотографий, в котором запечатлена «маленькая, красочная капля из целого моря богатств природы».

Великолепный мастер своего дела, польский фотограф Лех Вильчек щедро делится с нами тем прекрасным, что ему удалось увидеть в окружающем мире. Его снимки поэтичны, проникнуты глубокой любовью к многообразным формам проявления жизни, к каждому явлению природы («даже если это только освещенная солнцем бабочка, сидящая на яблоке»). Цветы, насекомые, чудесные орнаменты гусениц, портреты жуков, веточка серой вербы, гроздь плодов сладко-горького паслена, выпачканный пылью шмель, выползающий из цветка, искусно раскинутая между двумя соснами паутина, фрагмент крыла стрекозы, одинокий последний лист... Всего здесь собрано 92 снимка.



Но все эти совершенные фотографии остались бы лишь произведением искусства, не будь сопровождающего снимки пояснительного текста. А в этой добросовестной научной информации по естествознанию (автор консультировался со специалистами зоологического института Польской Академии наук, Института систематики и географии растений Варшавского университета, Ботанического сада в Варшаве) как раз и заключается основная ценность альбома.

Мы знакомимся с латинскими названиями растений или насекомых, узнаем об их характерных особенностях, где они обитают или произрастают, охраняемый это вид или нет, а также любопытные факты о том или ином растении или животном.

Например, Лех Вильчек призывает охранять шмелей и заботиться о них, ведь только эти насекомые могут опылять растения с глубоко укрытыми нектарниками, которых избегают другие насекомые. Причиняют ему боль и бессмысленное уничтожение мухоморов («сорванные и растоптанные мухоморы — одно из печальных зрелищ в лесу»), а между тем есть среди них и съедобные — красноватый мухомор (*Amanita rubesceus*), совершенно безвредный и очень вкусный. Рассказывая о лягушках-древесницах (*Nyla arborea*), он отмечает ту огромную пользу, которую приносит этот вид, уничтожая вредных насекомых.

Мы можем быть только благодарны Леху Вильчеку за ту всеобъемлющую любовь к природе, которой он горел, создавая этот альбом (сейчас он подготовил к изданию новый цветной альбом, посвященный грибам и их излюбленным местам — «Добыча в шляпе»), и которую сумел передать нам, за то новое и интересное, познание нами из текстов к фотографиям.

Л. И. Пармонова
Москва

ПРЕМИЯ ИМЕНИ Н. Д. ЗЕЛИНСКОГО ЗА 1966 ГОД

Премию им. Н. Д. Зелинского 1966 года в размере 1000 руб. Президиум АН СССР присудил доктору химических наук С. И. Завьялову (Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского АН СССР) за серию работ по применению бета-дикарбонильных соединений в органическом синтезе.

Исследования С. И. Завьялова — новая страница в органической химии. Основное их направление — применение бета-дикарбонильных соединений в синтезе физиологически активных соединений. Открытие талантливым ученым разнообразных превращений бета-дикарбонильных соединений, их новых реакций, получение ряда новых физиологически активных веществ — все это раскрывает перед органическим синтезом огромные и увлекательные возможности.

ПРЕМИЯ ИМ. А. Н. БАХА ЗА 1966 ГОД

Президиум Академии наук СССР присудил премию им. А. Н. Баха за 1966 год акад. Н. М. Сисакяну (посмертно).

В течение многих лет акад. Н. М. Сисакян посвящал свои исследования всестороннему изучению свойств и особенностей основных компонентов хлоропластов. Впервые в мировой литературе им было высказано предположение о наличии в хлоропластах собственной ДНК. Это предположение подтвердилось в экспериментальных работах акад. Н. М. Сисакяна и зарубежных ученых. Дальнейшее развитие этих работ должно привести к выяснению функций ДНК хлоропластов и взаимодействия их с другими клеточными структурами. Основные результаты исследований Н. М. Сисакяна и его сотрудников опубликованы в 20 научных статьях.

ПЕРВЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ СЪЕЗД ГЕНЕТИКОВ И СЕЛЕКЦИОНЕРОВ СССР

30—31 мая 1966 г. в Москве проходил Первый Всесоюзный учредительный съезд генетиков и селекционеров СССР. В его работе участвовало 285 делегатов, представляющих наиболее крупные города СССР и все союзные республики. Съезд открыл проф. В. Н. Столетов, рассказавший о задачах Общества генетиков и селекционеров СССР. Итоги и перспективы развития генетики рассмотрели в своих выступлениях проф. М. Е. Лобашев, чл.-корр. АН СССР Б. Л. Астауров и чл.-корр. АН СССР Н. П. Дубинин.

Были заслушаны доклады «Основные направления исследований по молекулярной генетике» (С. И. Алпханян), «Генетика и селекция растений» (П. М. Жуковский), «Состояние и перспективы селекции кукурузы в СССР» (М. И. Хаджимов и Г. С. Галеев), «О методах выведения высокоурожайных и высококачественных сортов яровой пшеницы» (В. Н. Мамонтов).

Чл.-корр. АН СССР Д. К. Беляев доложил об актуальных вопросах генетики и селекции животных, акад. Н. В. Цицин — о вопросах отдаленной гибридизации растений, профессора В. П. Эфромсон, Е. Ф. Давиденкова, Е. Е. Погосянц и чл.-корр. АН СССР А. А. Прокофьева-Бельговская — о генетике и медицине.

В прениях выступили: Н. В. Тимофеев-Ресовский (Институт медицинской радиологии АМН СССР), Я. С. Нестеров (Центральная генетическая лаборатории им. И. В. Мичурина), Ю. Г. Павел (Тартуский университет), А. Я. Камераз (ВИР), А. В. Хвостова (Новосибирский институт генетики и цитологии), С. А. Нейфах (Ленинградский институт экспериментальной Медицины).

Делегаты обсудили проект устава Общества и утвердили его с небольшими поправками и дополнениями.

Съезд единодушно принял решение просить Президиум АН СССР присвоить Обществу генетиков и селекционеров СССР имя Н. И. Вавилова.

В первом заседании Центрального совета Общества, которое происходило 1 июня, приняли участие президент АН СССР акад. М. В. Келдыш, член Президиума АН СССР академик-секретарь биологического отделения Б. Е. Быховский и зам. главного ученого секретаря АН СССР чл.-корр. АН СССР Н. М. Эмануэль, М. В. Келдыш в краткой речи изложил основные задачи, стоящие перед Обществом.

Президентом Общества генетиков и селекционеров СССР избран известный советский биолог чл.-корр. Б. Л. Астауров, вице-президентами — акад. Н. В. Цицин, чл.-корр. АН СССР Д. К. Беляев, проф. С. И. Алпханян, академик ВАСХНИЛ Д. Д. Брезнев. Членами президиума — чл.-корр. АН СССР Н. П. Дубинин, акад. АН БССР Н. В. Турбин, акад. ВАСХНИЛ П. М. Жуковский, чл.-корр. АН СССР А. А. Прокофьева-Бельговская, проф. Н. В. Тимофеев-Ресовский, акад. АМН В. Д. Тимаков, проф. М. Е. Лобашев, проф. В. Н. Столетов, проф. В. В. Сахаров, акад. ВАСХНИЛ Н. А. Майсун, акад. П. П. Лукьяненко, проф. В. П. Мамонтова, акад. ВАСХНИЛ Б. П. Соколов, проф. М. И. Хаджинов; акад. ВАСХНИЛ А. Л. Мазлумов, проф. В. Р. Струнникова, проф. П. Ф. Гаркавый, проф. Я. С. Нестеров.

Профессор С. И. Алпханян (Москва)

РУМУНИЯ В СОКОЛЬНИКАХ

Достижения Социалистической Республики Румынии в различных областях народного хозяйства — машиностроительной промышленности, нефтяной, химической, деревообрабатывающей, сельском хозяйстве и т. д. — продемонстрировала выставка в Сокольниках в мае этого года.

Румыния обладает большими природными богатствами: углем, нефтью, газом, рудами, солью, древесиной, камышом. Эти сырьевые ресурсы способствуют развитию химической промышленности, которая по среднегодовому приросту продукции занимает одно из первых мест в мире. В настоящее время в Румынии выпускается свыше 5500 различных высококачественных продуктов, многие из них экспортируются в десятки стран.

Среди экспонатов выставки — разнообразные пластмассы и химические удобрения, синтетические смолы и каучуки, красители и дубильные вещества, волокна и целлюлоза, биостимуляторы и инсектофунгициды, фармацевтические препараты, медикаменты и т. д.

На основе современных синтетических смол созданы быстротвердеющие краски, обладающие высокой устойчивостью к физико-химическим агентам и температуре, а также полиграфические чернила особого назначения. Новые заменители шерсти — нестареющее полиамидное волокно релон и полинитрилоакриловое мелана не подвержены действию микроорганизмов и моли. Светостойкие моющиеся обои, звуко- и теплоизолирующие плиты, мраморная фанера, диалектический кирпич — последние новинки румынского экспорта.

В 1965 г. в Румынии общий урожай сельскохозяйственных продуктов достиг 15,5 млн. т, самый большой из всех, полученных ранее. Этому способствовала широкая механизация сельского хозяйства: на полях страны в прошлом году работало 81 тыс. тракторов, 66 тыс. механических сеялок, 36 тыс. зерноуборочных комбайнов. На выставке были представлены различные типы тракторов (в 45, 52 и 65 л. с.) и других сельскохозяйственных машин.

Свыше 5 тыс. экспонатов всех отраслей народного хозяйства на румынской выставке наглядно иллюстрировали бурное экономическое развитие страны.

КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ КОРАБЛЯ «ДЖЕМИНИ-9»

3 июня в 9 час. 39 мин. по местному времени с мыса Кеннеди в США был осуществлен запуск на орбиту вокруг Земли космического корабля «Джемини-9» с двумя космонавтами на борту — командиром Томасом Стаффордом и вторым космонавтом Юджином Сернаном. Основная задача программы — выполнение во время полета нескольких стыковок со специальным спутником-мишенью «АТДА», запущенным 1 июня, и выход на 2 часа 25 мин. в открытый космос Юджина Сернана.

Предполагалось проведение и ряда научных экспериментов: фо-

ЮБИЛЕИ СТАРЕЙШЕГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА

В 1967 г. исполняется 150-летие Всесоюзного минералогического общества и 250-летие минералогического музея АН СССР. Эти славные юбилеи будут отмечены созывом в Ленинграде широких научных сессий. В их работах примут участие и зарубежные ученые.

Ко дню юбилея намечается выпуск ряда изданий: работы вице-президента Общества С. П. Соловьева «Минералогическое общество за 150 лет», тезисов докладов научных сессий. Будет также издан Путеводитель по минералогическому музею АН СССР на русском, английском и французском языках. Президиум Академии наук СССР обратился в Министерство связи СССР с просьбой выпустить в 1967 г. почтовую марку и конверты в честь 150-летия Всесоюзного минералогического общества. Намечается выпуск юбилейных медалей и значков.

СВЕРХНОВАЯ В СОЗВЕЗДИИ БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЫ

Профессор Леонидо Розино (Астрономическая обсерватория в Падуде, Италия) открыл в одной из отдаленных галактик, не имеющей специального названия, Сверхновую звезду, взрыв которой происходит в настоящее время. Как сообщает журнал «Science News Letters» (v. 89, 1966, № 9, p. 136), астрономы, работающие на телескопах достаточно большого размера, чтобы сфотографировать объект 15-й величины, могут наблюдать эту Сверхновую звезду в Галактике, находящейся в созвездии Большой Медведицы.

Точное положение вспыхнувшей Сверхновой: прямое восхождение 12 час. 12.5 мин., склонение плюс 46° 58'.

КИСЛОРОД НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ

Трехмиллиардное население Земли, по подсчетам Биотехнической академии в г. Лауффен (Австрия), расходует для своих нужд такое количество кислорода, какое могло бы быть использовано 43 млрд. людей для дыхания. Так, при движении современного автомобиля на расстоянии 950 км расходуется столько кислорода, сколько его хватило бы для дыхания одного человека в течение целого года; или, например, при сжигании 1 т угля потребляется годовая норма кислорода для десятков людей. Пополнение Земли кислородом снижается из-за сокращения ее зеленого покрова, особенно при хищнической вырубке лесов.

«Naturwissenschaftliche Rundschau», 1966, № 4, S. 163 (ФРГ)

ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Национальные предприятия строительной изоляции в Праге и Банской Быстрице изготавливают серийные звукоизолирующие материалы, служащие для уменьшения шума в помещениях.

Уровень шума снижается с повышением поглощаемости материала, например, чтобы снизить шум на 10 децибеллов, нужно соответственно повысить звуковую поглощаемость в 10 раз. Звуковое поглощение зависит от поверхности, пористости и волокнистости материала. Акустические плитки — акубас и акуплат, применяемые для внутренней обшивки стен, вырабатывают из мягких волокнистых пород дерева, акулит — из твердых пород. Плитка размером 30 × 30 см имеет от 200 до 400 круглых отверстий, расположенных одно от другого на расстоянии 15 мм, диаметр отверстий — 4,5 мм.

Чехословацкая конференция, проходившая в г. Жилине и организованная научно-техническим обществом, рассматривала применение в практике акустических плит по борьбе с шумом и вопросы конструирования звукопоглощающего материала.

«Československá hygiena», 1966, XI—3, стр. 197 (Чехословакия)

тографирование зоднакального свечения и верхних слоев атмосферы; сбор микрометеоритов специальной ловушкой, установленной вне кабины корабля, и осуществление радиосвязи с Землей в ультракоротком диапазоне волн.

Запуск корабля «Джемини-9» удался после третьей попытки.

3 июня в 13 час. 02 мин. по местному времени командир корабля Стаффорд сообщил, что он визуально обнаружил спутник-мишень «АТДА». В 13 час. 06 мин. было произведено включение двигателей «Джемини-9» с целью сближения с «АТДА». В 13 час. 30 мин. космический корабль подошел к спутнику на расстояние 18 км. С расстояния около 4 км космонавты заметили сигнальные огни «АТДА», по которым определили, что спутник вращается со скоростью 2—3° в сек. Приблизившись к нему на расстояние 3 м, космонавты обнаружили, что стеклянный обтекатель, защищающий стыковочное кольцо «АТДА» от повреждений, остался в полуоткрытом состоянии на спутнике. Несмотря на ряд попыток, сбросить обтекатель со спутника не удалось. Даже команды с Земли, которые должны были вызвать энергичные рывки спутника, не дали никакого результата.

Фактически не было выполнено ни одной предусмотренной программой стыковки. Руководитель полета Кристофер Крафт отменил эксперимент по стыковке, после того как на эти маневры было израсходовано 275,9 кг топлива и в запасе осталось 22,6 кг.

Выход в космос Сернана был отложен на 5 июня. Примерно в 10 час. 30 мин. по местному времени (14 час. 30 мин. по Гринвичу) Центром управления полетом было дано разрешение на выход в открытый космос. Для выхода в космос на Сернана, помимо космического скафандра со шлемом, были надеты нагрудный ранец с индивидуальной системой обеспечения жизнедеятельности весом 19 кг и наспинный ранец с индивидуальной маневренной установкой (АМИ) весом 75 кг. Длинный фал (38 м) должен был соединять его с кораблем. На нижнюю часть тела космонавта был одет полукосмобезоп из металлической ткани («железные штаны»). На шлем скафандра был надет светозащитный козырек.

Одной из основных задач выхода Сернана в открытый космос была практическая оценка индивидуальной маневренной установки (АМИ), на конструирование которой в США было израсходовано 10, 5 млн. долларов. Установка АМИ состоит из движителя с 12-ю малыми двигателями, работающими на перекиси водорода, баллона с запасом кислорода для дыхания в течение 1,5 час., систем подогрева и нагнетания под давлением кислорода и перекиси водорода, системы связи с космическим кораблем, системы обнаружения неполадок, системы управления и четырех сигнальных зеленых светильников. Перед выходом в открытый космос, Сернан должен был подключиться к 7,6-метровому соединительному шлангу подачи кислорода из системы обеспечения жизнедеятельности корабля. А затем, проверив исправность системы подачи кислорода из АМИ, космонавт должен был отсоединить шланг подачи кислорода из корабля и полностью перейти на автономное положение. Управление АМИ осуществлялось движениями подлокотных ручек на двух откидных консолях. С помощью этих ручек Сернан мог включать двигатели, обеспечивающие передвижение в космосе вверх и вниз, вперед и назад, вокруг своей оси, и удерживаться в желаемом положении.

Перед выходом космонавта из корабля давление в кабине было снижено с 0,35 до 0,24 г/см², а затем, после нескольких проверок, до нуля, т. е. до уровня, адекватного давлению окружающего космоса.

В 11 час. по местному времени был открыт люк кабины корабля, и вскоре Сернан, на высоте 279 км над Тихим океаном, вышел в открытый космос. В момент выхода в открытый космос частота пульса у Сернана увеличилась до 155 ударов в минуту, а через 30 мин. после выхода снизилась до 125 ударов. Очевидно, Сернан начал приспосабливаться к условиям открытого космоса. Частота пульса у Стаффорда, находившегося в корабле, в этот период равнялась 90 ударам в минуту.

Сернан все время передавал, что из-за шланга он с трудом поворачивается. В этом сказались отсутствие устройства pistolетного типа для стабилизации и маневрирования, которым был снабжен американский космонавт Уайт (первый из американских космонавтов, выпедивший из космического корабля в открытый космос).

Спустя 40 мин. после выхода Сернан начал маневр передвижения к открытому отсеку, находящемуся в основании корабля. Переместившись в этот отсек, он проверял установку АМИ с тем, чтобы начать ее испытание. Убедившись в исправности АМИ, Сернан укрепил ее на себе привязными ремнями, достал из мешка 38-метровый шланг, закрепил его на корабле и подключился к АМИ. Находясь в открытом отсеке при окружающей температуре —101° С, он сообщил, что смотровой щиток шлема и стекло наручного манометра запотели и замерзли. Стаффорд, для того чтобы ослабить запотевание стекла щитка, увеличил подачу кислорода по шлангу на скафандр Сернана из корабля, но это мало помогало. Сернану к тому же трудно было передвигать ручки управления АМИ: они не двигались так легко, как это было при тренировках на Земле. Корабль в это время находился в тени Земли. Стаффорд запросил Центр о прекращении эксперимента с АМИ. После 95-минутного пребывания Сернана в открытом космосе было принято решение о прекращении данного эксперимента и возвращении космонавта в корабль. Тогда Сернан полностью подключился на кислород, подаваемый по шлангу из корабля. Когда «Джемини-9» вышел из тени Земли и Сернан попал под лучи Солнца, он сообщил, что стекло смотрового щитка стало оттаивать, но через некоторое время оно опять запотело. После того как Сернан освободился от АМИ, он начал снимать другие устройства и передавать их через люк в корабль Стаффорду.

Таким образом, запотевание и замерзание стекла смотрового щитка шлема, трудности в управлении АМИ, искажение радиосвязи и другие неполадки вынудили Сернана отказаться от выполнения задачи — перемещаться при помощи АМИ на всю длину удерживающего фала (38 м). В 01 час 10 мин. по местному времени 5 июня командир корабля Стаффорд сообщил, что Сернан вернулся в кабину, и они закрыли люк. Юджин Сернан в открытом космосе находился 2 часа 5 мин.

Между тем, корабль «Джемини-9» продолжал полет. Совершив 45 витков вокруг Земли за 72 часа 21 мин. полета, корабль прошел расстояние в 2 млн. км.

6 июня в 10 час. утра по местному времени космический корабль с космонавтами Стаффордом и Сернаном приводнился в Атлантическом океане, в 552 км восточнее мыса Кеннеди. Через 51 мин. после при-

НОВЫЙ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧ- НЫЙ АГРЕГАТ

На Международной выставке «Современные сельскохозяйственные машины и оборудование», проходившей в мае 1966 г. на территории ВДНХ, Германская Демократическая Республика показала многочисленные новые конструкции и высокопроизводительные машины для комплексной механизации. Впервые в Советском Союзе был показан картофелекопатель Е 665. Выкапывание картофеля на песчаных почвах аллювиального и ледникового происхождения, на суглинистых почвах и на средних лёссовидных суглинках производится при помощи вращающихся в противоположном направлении дисковых лемехов, а на каменистых элювиальных почвах — при помощи копьёобразных лемехов. Глубина копания устанавливается гидравлически. Лемеха захватывают одновременно две грядки (расстояние 62,7—70 см). На транспортере картофель отделяется от возможных примесей и с небольшой высоты загружается в едущий рядом прицеп.

Изготовитель картофелекопателя Е 665 — народное предприятие Ваймерверк.

БАКТЕРИИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

В океанографическом обществе Калифорнийского университета (Сан-Диего) изучается влияние давления на жизненные процессы в море. Все данные о влиянии гидростатического давления на жизнь получены из работ на микроорганизмах, которые живут при нормальном давлении в 1 атм в питательной среде, состоящей из морской воды, пептона и дрожжевого экстракта.

Установлено, что некоторые типы бактерий, живущие у поверхности моря, гибнут под действием давления, существующего

на глубине 1500 м. Некоторые бактерии по мере увеличения давления продолжают нормально продуцировать РНК, но образуют все меньше и меньше ДНК.

Обнаружены бактерии, чистые культуры которых развиваются при давлении в 600—800 атм и не растут при нормальном давлении.

Будут изучены так называемые барофильные бактерии, обитающие на больших глубинах при давлении от 700 до 1000 атм. (Термин *barophilic* принят в 1949 г. для обозначений бактерий, растущих при высоких давлениях).

«*Chemical and Engineering News*», 1966, № 2, p. 96 (США)

ВОДА И СЕРДЕЧНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Д-р Генри Шредер (Дортмут, США) провел исследование, устанавливающее связь между заболеваемостью сердечными болезнями и качеством употребляемой воды. Был проанализирован химический состав питьевой воды в 25 городах с наивысшей заболеваемостью сердечными болезнями и 25 городах с низкой заболеваемостью. В результате удалось установить существование определенной связи между жесткостью воды и сердечными заболеваниями: вода в городах с высокой смертностью от этих заболеваний содержала меньше магния, натрия, калия, сульфатов и бария, но больше меди. Аналогичные закономерности установлены в Англии, Швеции и Японии.

«*New Scientist*», v. 29, 1966, № 480, p. 201 (Англия)

КОРМОВАЯ МУКА ИЗ СТЕБЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Специалисты научно-исследовательского института пищевой промышленности (Нови-Сад) и промышленно-пищевого комбината (Врбас) разработали технологию получения высококачественной кормовой муки и целлюлозы из стеблей кукурузы.

воднения космический корабль «Джемини-9» вместе с космонавтами был поднят на борт авианосца «Уосп», где оба космонавта прошли предварительный медицинский осмотр. Их физическое состояние было признано хорошим.

Ссылаясь на официальные документы НАСА (Национального управления по аэронавтике и освоению космического пространства); американское агентство ЮПИ указывает, что программа полета «Джемини-9» ставила целью выполнить 8 основных задач. Фактически было выполнено 5 и те лишь частично. Опять, как и в предыдущем полете корабля «Джемини-8», американские специалисты столкнулись с трудностями при попытке совершить стыковку в космосе.

Ф. В. Романов

Москва

СЛУЖБА ИНФОРМАЦИИ В ГДР

Центральный институт информации и документации, находящийся в ведении Секретариата науки и техники, существует в ГДР с 1963 г. Двойное название института не случайно: немецкие специалисты сочли необходимым достаточно четко разграничить эти два понятия.

Документация — это собрание важных для специальных областей документов (журнальных публикаций, книг, патентов, проспектов, диссертаций и т. д.), анализ их содержания, включая критическую оценку и отбор, без чего невозможны их классификация и использование. Информация включает в себя хранение документов и работу с ними, организованную таким образом, чтобы систематизированные и творчески переработанные сведения могли быть своевременно использованы.

Ценность информации обычно быстро уменьшается, поэтому решающее значение имеет фактор времени. Например, в 1938г. Отто Гано и Фритц Штрессманн опубликовали данные о распаде ядра урана, и некоторое время информация об этом открытии имела огромную ценность. Но уже через год работа Гана и Штрессманна приобрела лишь исторический интерес.

По существу, в работе Центрального института информации и документации исходят из представления о моральном старении информации, а сама информация рассматривается как сырой материал. Чтобы переработать его в конечный продукт — в сведения, необходимые данному специалисту в данный момент, требуется особая технология, создание которой является самостоятельной научной задачей.

Переработка информации носит творческий характер, причем специалист этого нового профиля должен быть в курсе всех наиболее важных с научной и народнохозяйственной точек зрения направлений развития науки и техники. Ведь потоки переработанной и специализированной информации должны своевременно поступать к потребителям.

Электронно-вычислительные машины, способные хранить и перерабатывать огромное количество информации, уже сейчас оказывают существенную помощь. Но проблема освоения потока текущей информации не может считаться решенной, поскольку для введения ее в машины необходимо подвергать печатный текст и другие формы хранения информации специальной обработке.

«Wissenschaft and Fortschritt», 1966, № 4, S. 169—171 (ГДР)

КВАЗИЗВЕЗДЫ — СГУСТКИ ЦЕРВОМАТЕРИИ?

В распрямляющейся в целом Вселенной есть много районов, где происходит аналогичный процесс расширения, но в значительно меньших масштабах. Эти небольшие районы, очевидно, заполнены сохранившимися остатками того сверхплотного вещества, которое взорвалось и образовало нынешнюю расширяющуюся Вселенную. Они известны под названием квазизвезд, т. е. квазизвездных источников излучения.

Самые последние сведения о квазизвездах показывают, что эти загадочные объекты встречаются на более далеких расстояниях чаще, чем это можно было бы ожидать, если бы Вселенная была стационарной, а не расширялась. Возрастание числа квазизвезд по мере увеличения расстояния, по-видимому, подтверждает гипотезу, что примерно 6—7 млрд. лет назад Вселенная имела значительно меньшие размеры и очень высокую плотность.

Модель Вселенной, испытывающей однородное расширение, может быть заменена моделью Вселенной, в которой, помимо крупномасштабного расширения, происходит также множество процессов расширения, имеющих меньший масштаб. Такую модель Вселенной предложил на конференции Американского физического общества в Нью-Йорке д-р И. Нееман (Университет в Тель-Авиве, Израиль). Примерно в то же время аналогичную идею выдвинул советский ученый И. Д. Новиков¹.

Хотя квазизвезды, таким образом, дают ответ на очень важные проблемы, связанные со Вселенной в целом, их собственное строение еще не объяснено. Полагают, что они состоят из относительно плотного ядра, плотность вещества в котором превышает плотность вещества Солнца от 100 млн. до нескольких десятков миллиардов раз.

Это ядро испускает голубоватый свет, который и был одной из причин, способствовавших открытию квазизвезд несколько лет назад. В ядре, очевидно, происходят какие-то бурные процессы, вызывающие изменение мощности его светового излучения с периодичностью от нескольких месяцев до нескольких лет.

Полагают, что это ядро имеет диаметр менее трех световых лет

Проблему перемалывания стеблей кукурузы в муку долгое время не удавалось разрешить из-за большого содержания в них влаги. Сейчас такая машина создана. Новый комбайн будет выполнять все операции — сбор кукурузы, перемалывание стеблей в муку и одновременное отделение от них целлюлозы, а также упаковку початков и сухой целлюлозы в тюки. При испытаниях производительность машины достигла 425 кг размолотых стеблей в час.

Химический анализ показал, что в стеблях кукурузы содержится 34,14% чистой целлюлозы и они могут служить сырьем для бумажной промышленности. Отделение же от стеблей целлюлозы (14%) значительно повышает кормовую ценность муки.

«Свет», 1966, № 488, стр. 7
(Югославия)

КВАРКИ И КВАЗИЗВЕЗДЫ

Таинственные частицы, названные «кварками», пока еще не обнаружены, но многие их свойства теоретически уже известны. Кварки, возможно, являются основными «кирпичиками», из которых состоят все частицы, и если кварки существуют, то должны иметь электрический заряд, составляющий $\frac{1}{3}$ или $\frac{2}{3}$ электрического заряда электрона.

Поскольку всем элементарным частицам, известным на Земле, соответствуют, как считают, аналогичные античастицы, то в сверхплотных звездах должны также содержаться и антикварки. При их аннигиляции должна выделяться энергия, составляющая около 10 Мэв.

В связи с этим д-р Франко Паччини, работающий в Астрономическом институте в Париже, высказал гипотезу, что кварки служат источником того огромного количества энергии, которое испускают загадочные звездоподобные объекты — квазизвезды¹.

Лишь относительно немногие звезды могли бы иметь такую сверхвысокую плотность, которая

¹ Статью И. Д. Новикова на эту тему см. в «Природе», 1964, № 8, стр. 92 (прим. ред.).

¹ См. «Природа», 1966, № 2, стр. 95.

необходима для того, чтобы кварки вступали в реакцию с антикварками. Это первичное вещество должно иметь значительно большую плотность, чем самое плотное из всех известных сейчас веществ, обнаруживаемых в звездах — белых карликах, плотность которых в отдельных случаях в миллион раз превышает плотность вещества Солнца.

До сих пор считалось, что белые карлики приближаются к концу своего существования как звезды. Гипотеза доктора Паччини состоит в том, что на самом конечном этапе звездной эволюции, когда возникают сверхвысокие плотности, кварки служат дальнейшим ядерным горючим. Происходящая вспышка и знаменует зарождение новой квазизвезды.

«*Science News Letters*», v. 89, 1966, № 6, p. 83 (США)

КАРЬЕРА ВОДОРΟΣЛЕЙ

Научный институт по использованию морских водорослей в Пудке (Гданьское воеводство) разработал технологию производства из водорослей кормового порошка для крупного рогатого скота, свиней и птицы. Содержащиеся в порошке микроорганизмы иммунизируют от инфекционных заболеваний.

Крупным достижением Института была разработка методов производства из водорослей агара-агара, ценного сырья для фотографической и пищевой промышленности.

«*Польское обозрение*», 1966, № 19, стр. 16

О ПОЛЬЗЕ ЧЕРНОГО ХЛЕБА

Норвежский кардиолог проф. П. Овен выступает против употребления белого хлеба. Им установлено, что в зернах ржи, из которых изготавливается черный хлеб, содержатся полезные для сердечной деятельности ненасыщенные жирные кислоты, в частности диноленовая кислота, чего нет в белом хлебе.

«*Kosmos*», 1966, № 5, S. 172 (ФРГ)

и окружено районом с меньшей плотностью вещества и с радиусом примерно 20 световых лет, дающим большинство различных спектральных линий, у которых, как пока удалось установить, очень большое красное смещение.

Радиополучение поступает из более протяженных и разреженных изолированных районов, растянувшихся на десятки или сотни миллионов световых лет и обычно соединенных друг с другом структурами, напоминающими пучки или струи, которые можно наблюдать на фотоснимках.

Трудность понимания природы квазизвезд связана с тем фактом, что, как показывают уравнения общей теории относительности, ядро с такой большой массой, которую привел д-р Нееман, должно было бы очень быстро перейти в состояние коллапса (сжатия) из-за взаимного притяжения его различных частей. Гравитация в таком ядре должна быть настолько сильной, что в результате возникла бы неизлучающая звезда — недоступный наблюдению огромный сгусток резко сколлапсировавшего вещества. Вместо этого, однако, квазизвезды представляют собой наиболее яркие объекты из всех, известных сейчас.

Согласно предположению д-ра Неемана и Новикова, отсутствие коллапса квазизвезд и их возможное медленное расширение вызывается тем же явлением, которое послужило причиной расширения Вселенной. Модель Вселенной Неемана — Новикова предполагает наличие эффекта эволюции, для которого характерно то, что квазизвезды чаще встречались в прошлые времена, тогда как сейчас они чрезвычайно отдалены одна от другой.

«*Science News Letters*», v. 89, 1966, № 6, p. 83 (США)

СОЧЛЕНЕНИЕ ГОРНО-СКЛАДЧАТЫХ И ПЛАТФОРМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

Уже давно пристальное внимание геологов привлекают прогибы, возникающие вдоль границ между растущими горными сооружениями (складчатыми и подвижными областями) и равнинными пространствами (платформами). Повышенный интерес к этим тектоническим структурам не случаен и определяется прежде всего тем, что именно к ним приурочены крупнейшие мировые месторождения нефти и природного газа, каменной соли, угля, медистых песчанников и других видов полезных ископаемых. Достаточно назвать Предуральский, Предкавказский, Предкарпатский, Месопотамский и другие прогибы.

Вопросам выявления определенных групп или типов прогибов и создания их классификации была посвящена прошедшая 20—23 апреля в Ленинграде первая Всесоюзная конференция.

Большинство докладов касалось современной структуры и истории формирования конкретных прогибов Сибири, Средней Азии, Кавказа, Карпат, Северо-Востока СССР. Особое внимание было уделено Предуральскому краевому прогибу — важнейшей нефтега-

зональной провинции Советского Союза. Следует отметить, что на поперечную зональность краевых прогибов и краевых частей платформы указывалось во многих докладах, а один был специально посвящен роли этой зональности в распределении фаций и мощностей, а также в формировании современной структуры западной части Сибирской платформы.

Оживленная и интересная дискуссия возникла при обсуждении классификационных схем прогибов. Одни исследователи предлагали строить классификацию, исходя из генетической природы прогибов и сопряженных с ними орогенных зон подвижных областей (Н. А. Сягаев), тогда как другие (В. Д. Наливкин, В. И. Драгунов) рекомендовали положить в основу морфологические особенности и формационные признаки, т. е. определенные ассоциации горных пород, выполняющих эти структуры. Широкий обмен мнениями способствовал выявлению путей, которые помогут создать наиболее рациональную классификационную схему прогибов.

Следует отметить некоторые из тех главнейших аспектов, которые необходимо учитывать при типизации прогибов орогенных областей. Каждая классификация геологических объектов, по-видимому, должна быть исторической, т. е. отражать направленную эволюцию развития Земли и основываться на совокупности признаков: морфологических, формационных, геофизических и других. С этих позиций важнейшим классификационным моментом является время возникновения и временный интервал развития прогибов. В этом отношении возможно выделить две крупные категории: древние (позднедокембрийские) и молодые (фанерозойские). К концу позднедокембрийского (байкальского) этапа в пределах материков отчетливо обозначались подвижные пояса с разделением их на эв- и многоэпиклиналильные области. В это же время происходит заложение первых в истории Земли зачаточных прогибов перед фронтом развивающихся подвижных поясов. Для молодых геосинклинальных систем характерна ярко выраженная линейность, а для байкальских — брахиформность. Это обусловило и стиль развития древних прогибов, и их морфологию. Последние, по сравнению с молодыми, имеют незначительную линейность (отношение продольной оси к поперечной примерно 3:1) и большую длительность развития. Вялость заключительных геосинклинальных стадий байкальских геосинклиналей привела к отсутствию или к незначительной роли в строении прогибов грубых молассовых толщ.

Для молодых прогибов классификация должна строиться по вещественному составу отложений, заполняющих прогибы.

Литологический состав, последовательность площадных и вертикальных парагенезов пород позволяет выделить формационные ряды. В первом приближении можно выделить прогибы нормального (полного) неполного развития. В формационном наборе последних отсутствует один из членов ряда. Дальнейшее подразделение прогибов, как это предлагалось и было поддержано большинством участников конференции, следует производить по количественным признакам.

В. П. Поникаров, Е. Д. Сулиди-Кондратьев,

В. И. Высоцкий, Е. А. Долгинов

Москва

«КАРТИННАЯ» ГАЛЕРЕЯ ПОД ЗЕМЛЕЙ

В Болгарии известно немало карстовых областей. Однако подземные дворцы, некогда созданные природой, еще плохо исследованы. Общая протяженность изученных пещер в стране не превышает и полусотни километров.

Болгарские спелеологи совместно с венгерскими обследовали обширную занятую пещерами площадь (около 100 км²), нанесли на карту и описали немало новых подземных гротов и галерей. В пещере Могура открыты многочисленные хорошо сохранившиеся рисунки доисторического человека, изображающие животных, сцены охоты, картины быта и т. д. «*Turista*», 1966, № 2, стр. 10

(Венгрия)

СЕМЕНА НА ЭКСПОРТ

Семеноводческая станция в Литовском городке в 1965 г. дала на экспорт свыше 78050 кг семян хвойных пород. Семена рассылаются в ГДР, ФРГ, Австрию, Францию, США и другие страны. На станции ежегодно обрабатывается 700—900 т еловых, сосновых и других шишек.

«*Les*», 1966, № 4, стр. 177
(Чехословакия)

МЕДВЕДИ В СЛОВАКИИ

В начале этого столетия в Словакии было только 120 медведей. По последним подсчетам, проведенным в прошлом году, их стало 314. Наибольшее число этих животных обитает в Низких Татрах и Словацком Рудогоры. В Западной Словакии обнаружено 6 медведей, а в Восточно-Словацкой области — 32. В Татранском национальном парке насчитывается 22 медведя.

«*Les*», 1966, № 4, стр. 176
(Чехословакия)



КИБЕРНЕТИКА И ФИЛОСОФИЯ

В. Д. Моисеев
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ИДЕИ
И ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ
КИБЕРНЕТИКИ
Изд-во «Мысль», 1965, 325 стр.,
ц. 1 р. 13 к.

Естествознание нашего века не может обойтись без философского анализа возникающих новых проблем в процессе его стремительного прогресса. И это лишь раз подтверждается появлением книг по кибернетике (начиная с работ Н. Винера), в которых значительное внимание уделяется и философским вопросам. Возникновение и развитие кибернетики не только подтверждает основные положения диалектического материализма, но и ставит ряд новых проблем, решение которых содействует развитию научной философии.

В книге В. Д. Моисеева делается попытка систематизированного изложения в популярной форме основных идей и некоторых философских вопросов кибернетики.

Анализируя определение предмета кибернетики, В. Д. Моисеев polemизирует с авторами других определений и классификаций. В частности, он не согласен с подразделением кибернетики на теоретическую, техническую и прикладную. Некоторые, на наш взгляд, перспективные определения кибернетики (например, определение А. А. Маркова) не рассматриваются. В. Д. Моисеев дает свое, новое определение предмета кибернетики.



Далее в книге подробно разбираются основные понятия кибернетики, такие как «управление», «сложная динамическая система», «самоорганизующаяся система управления» и др. Дано описание методов кибернетики — метод черного ящика, метод моделирования, метод алгоритмизации и др. Автор характеризует функциональное свойство самоуправляющихся систем, раскрывает практическое значение кибернетики для техники, социально-экономических наук, биологии и медицины. Подробно излагаются идеи о механизмах обратной связи в самоуправляющихся системах.

В книге рассматривается только вероятностная концепция информации. Несомненно, классическая, шенноновская, теория информации базируется на вероят-

ностных представлениях, которые долгое время были общепринятыми. Однако уже существуют и другие подходы к определению количества информации (комбинаторный, алгоритмический, теоретико-множественный), которые логически независимы от статистического подхода. В нашей стране невероятностный подход к пониманию информации на протяжении последних лет развивается акад. А. Н. Колмогоровым и его школой.

В рецензируемой книге рассматриваются материальные носители информации, способы ее модуляции и кодирования, связь информации и отражения. Автор приходит к выводу, что кибернетические машины обладают специфической формой отражения, отличной от отражения в естественной неживой и живой природе. Перечисляются особенности кибернетической формы отражения. Благодаря чему стала возможна эта новая форма отражения?

В. Д. Моисеев убедительно показывает, что эта новая форма отражения обеспечивается устройством, структурой кибернетических машин. Этот раздел работы, посвященный автоматическим вычислительным машинам, написан с большим знанием дела. Раскрываются также общие идеи о гомеостазисе, ультраустойчивости и самоорганизации в сложных системах. Описывается принцип действия кибернетических машин, которые могут обучаться имитированию некоторых черт

интеллектуальной деятельности людей и распознаванию зрительных образов, причем автор подробно останавливается на перцептронах, как простейших образцах кибернетических машин высшего типа.

Основное внимание в работе уделяется центральным идеям кибернетики; она читается легко, написана достаточно популярно. Книга не повторяет другие популярные работы по кибернетике, связанные с философским осмыс-

лением конкретного материала этой науки, и содержит некоторые новые положения.

А. Д. У р с у л

Кандидат философских наук

Москва

НА СТЫКЕ НАУК О ЗЕМЛЕ

В. А. Магницкий

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ И ФИЗИКА ЗЕМЛИ

Изд-во «Недра», 1965, 379 стр.,
ц. 1 р. 32 к.

Известно, что геология, геохимия и геофизика занимаются изучением недр Земли. Сейчас все чаще предпринимаются попытки объединить выводы этих наук, и на наших глазах вырастает новая наука — геономия¹. Она призвана не только понять строение земного шара, но и выяснить механизм его развития. Несмотря на острую потребность в решении этих проблем, геономия растет медленно, что объясняется резко различной методологией наук, на стыке которых она стоит, и тем, что они не в одинаковой мере подошли к решению общих вопросов (геохимия, например, только недавно начала заниматься большими глубинами и по сравнению с геофизикой и геологией вклад ее невелик). Крупных обобщающих работ публикуется ничтожно мало², поэтому недавно вышедшая книга проф. В. А. Магницкого привлекает внимание и геофизиков и геологов. Она как бы подводит итоги изучения глубоких недр Земли за последние десятилетия. Вместе с тем значительное место в книге занимают

результаты исследований самого автора, который внес большой и разнообразный вклад в геономию. Очень ценно, что автор дает и сводку геологических закономерностей, наблюдаемых в природе. Это важно для геономии. Хотя монография и не включает некоторые разделы науки о земных недрах (например, разделы о земном магнетизме и о земном электричестве), она достаточно полно охватывает науку в целом и исключительна по ценности подхода к ее проблемам.

Книга начинается рассмотрением вопросов о температуре и термической истории Земли. Сопоставляя самые различные способы определения температуры земных недр, автор дает довольно тесные пределы для температурной кривой до глубины 400 км. На этой глубине температура достигает 1400—1700° С. Интересно, что в верхних слоях Земли она сильнее повышается с глубиной под океанами, чем под материками. У границ земного ядра, т. е. на глубине 2900 км, пределы раздвигаются уже до 2200—4700° С. Правда, эта неопределенность зависит главным образом от нашего незнания состава ядра (и внутреннего ядра) Земли. Если ядро железное, то температура его внешней (жидкой) части должна быть выше температуры плавления железа — даже при примеси 20% кремния выше, чем 3700° С. Если оно все силикатное, то температура его внутренней (твердой) части не

может быть выше температуры плавления металлизированных силикатов, которая близка к 2000° С. (Все температуры плавления вычислены теоретически с учетом давления, превосходящего миллион атмосфер). Поэтому температура у границы ядра около 3500° С, которую автор считает наиболее вероятной, возможна только в случае, если внешнее ядро силикатное, а внутреннее — железное. Далее рассматриваются возможные источники тепла в Земле.

В главе, посвященной земной коре, рассматриваются вопросы о возрасте Земли (наиболее вероятен возраст 4,5 млрд. лет), составе, строении и развитии коры. Здесь автору больше всего приходится учитывать геологические данные. Любопытен спектральный анализ современных вертикальных движений коры. С интересом читается критический обзор основных гипотез о направлении развития земной коры, поддерживаемых сейчас различными авторами.

Большое место уделено в книге обсуждению проблем сейсмологии. Именно изучение землетрясений дает больше всего материала для познания внутреннего строения Земли. Автор подробно останавливается на механизме возникновения землетрясений и их энергии, распространении и затухании сейсмических волн, строении Земли. В частности, разбирается вопрос о волноводе в земной мантии, т. е. о слое пониженных скоро-

¹ Этот термин предложен проф. В. В. Белоусовым, но не получил пока всеобщего признания.

² Книжки Г. Джеффриса «Земля» и Дж. Джекобса, П. Рассела и Дж. Уилсона «Физика и геология» не могут удовлетворить читателя, так как первая устарела, а во второй авторы подходят к проблеме односторонне и неглубоко.

стей сейсмических волн на глубинах примерно 100—200 км. Такой слой должен, по всей вероятности, обладать температурой, близкой к температуре плавления, а в связи с этим и пониженной вязкостью. Поэтому он может играть важную роль в геологических и геофизических процессах. Интересно, что из всей энергии, выделяющейся в очаге землетрясения, в энергию упругих волн переходит от 50 до 25% (остальное — в тепло).

Глава «Гравитационное поле и фигура Земли» по содержанию несколько шире своего заглавия. В ней аномалии силы тяжести используются для суждения о строении земной коры и рассматриваются вопросы изостазии. Важен вывод о том, что быстрые поднятия и опускания земной коры связаны соответственно с расширением и сжатием глубинного вещества, а медленные — с его горизонтальным перетеканием.

Глава «Плотность и упругие постоянные Земли» тоже фактически охватывает более широкий круг вопросов. Большая

часть ее посвящена использованию свободных колебаний Земли, твердых приливов и нутации для изучения внутреннего строения нашей планеты. Учет этих явлений позволяет сделать выбор из нескольких довольно близких моделей Земли.

Специальная глава посвящена реологическим свойствам Земли и их влиянию на механические процессы, в ней протекающие. Здесь опять речь идет о затухании сейсмических волн и волноводе.

Особенно интересна заключительная глава. Содержание ее больше всего отражает собственные исследования автора. Здесь обсуждается возможная природа границы Мохоровичича (между корой и мантией) и детально разработанная автором идея о механизме зонной плавки в верхней мантии. Эта идея предполагает, что в некоторых местах в волноводе возникает зона расплавленного состояния вещества мантии; эта зона перемещается вверх путем подплавления своей кровли и застывания подошвы. При этом неизбежно оттесняются вверх

наиболее легкоплавкие компоненты; выходя к поверхности Земли, они наращивают собой земную кору. Расчет показывает, что материковая кора могла быть выплавлена из верхнего слоя мантии толщиной 400—800 км. Этот же процесс перемещения расплавленной зоны привлекается и для объяснения вертикальных тектонических движений.

Далее автор, используя данные эксперимента и теории о состоянии твердых тел при высоких давлениях, обсуждает различные предположения о составе и физическом состоянии мантии и ядра Земли.

В короткой рецензии нет возможности перечислить все вопросы, которые освещены в этой очень нужной и важной книге. Чрезвычайно ценно, что автор дает не только качественные выводы, но всюду, где возможно, приводит количественные расчеты, излагая вкратце и теоретические обоснования этих расчетов. Приходится только сожалеть, что книга вышла непростительно малым тиражом и изобилует опечатками.

Е. Н. Лю с т и х
Москва

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Китайгородский А. И. **ПОРЯДОК И БЕСПОРЯДОК В МИРЕ АТОМОВ**. Изб. 4-е, доп., 167 стр., ц. 26 к. Мазитова Р. М., Охотская В. Н., Пучкин Б. И. **Обоняние и его моделирование**. Новосибирск, 119 стр., ц. 45 к.

Федоренко Н. П., Лифшиц Ю. Т. **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПЛАСТИК**. 120 стр., ц. 18 к. Чистяков И. Г. **ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ**. 126 стр., ц. 39 к.

«ЗНАНИЕ»

Васильев И. М. **РАСТЕНИЯ И ХОЛОД**. 32 стр., ц. 6 к.

Кондратов А. М. **ЗВУКИ И ЗНАКИ** (кибернетика в языкознании), 206 стр., ц. 31 к. Кошелев Ю. Д., Явич Л. Р. **ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ И РАДИОСВЯЗЬ**. 48 стр., ц. 9 к. Маргулис А., Радунский Б. **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ — В МАССЫ**, 79 стр., ц. 10 к. Опариш А. И. **СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЖИЗНИ**. 48 стр., ц. 9 к. Погосян Х. П. **НОВОЕ В ИЗУЧЕНИИ АТМОСФЕРЫ**. 48 стр., ц. 9 к.

«АТОМИЗДАТ»

Гродзенский Д. Э. **РАДИОБИОЛОГИЯ**. Изд. 3-е, перер. и доп., 180 стр., ц. 56 к.

Трондаик А. **ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ**. Перев. с англ., 160 стр., ц. 50 к.

«МЫСЛЬ»

Андрянов Н. Т., Лопаткин Р. А., Павлюк В. В. **ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО РЕЛИГИОЗНОГО СОЗНАНИЯ**. 248 стр., ц. 50 к. Буслов К. **500 ЧАСОВ ТИШИНЫ**. Серия «Путешествия. Приключения. Фантастика», 160 стр., ц. 40 к.

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ, № 70. Географические названия. 208 стр., ц. 80 к.

Иванов Ю. Н. **ЗОЛОТАЯ КОРИФЕНА**. Серия «Путешествия. Приключения. Фантастика», 175 стр., ц. 37 к.

Итс Р. **СТРЕЛЫ НЕМОЙ СКАЛЫ**. Серия «Путешествия. Приключения. Фантастика», 112 стр., ц. 21 к.

300 ПУТЕШЕСТВЕННИКОВ И ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ. Биографический словарь. Под ред. В. Кремера. Перев. с нем., 272 стр., ц. 5 к.

«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»

МОЛОДЫМ ИЗОБРЕТЕТЕЛЯМ. Сб., 300 стр., ц. 66 к. Роза Петер. **ИГРА С БЕСКОНЕЧНОСТЬЮ**. Перев. с венг., 288 стр., ц. 63 к.

Радунская И. **ПРЕВРАЩЕНИЯ ГИПЕРБОЛОИДА ИНЖЕНЕРА ГАРИНА**. 234 стр., ц. 54 к.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ БЕРЕЗЫ

Береза — одна из широко-распространенных древесных пород на территории СССР. Она принадлежит к растениям, за которыми ведутся постоянные фенологические наблюдения. К сожалению, результаты этих наблюдений пока мало обобщены, а изучение сезонного развития березы представляет большой интерес. Мы попытались обобщить фенологические наблюдения за березой на всей территории БССР, используя для этого многолетние данные примерно 1000 пунктов.

Основной материал составляют наблюдения за березой

бородавчатой и пушистой. Близкую к этим видам фенологию имеют береза плосколистная, ребристая и маньчжурская, распространенные в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока. Почти одновременно или несколько позже березы зеленеет осина, в Сибири облиственные березы и лиственницы начинаются практически в одно время. В лесостепной зоне облиствение дуба начинается на 5—10 дней позже, чем у березы.

Примерно через 10 дней после заселения березы в центральных районах Европейской части

СССР зацветает черемуха. Интервал времени между этими двумя характерными весенними явлениями не остается постоянным в разных районах. При движении на север и увеличении высоты местности над уровнем моря фазы зеленения березы и цветения черемухи сближаются по времени.

На карте зеленения березы (рис. 1) наглядно отражается влияние условий географической среды на характер прохождения указанной фазы, а также сопутствующих ей явлений. Можно отметить, что с

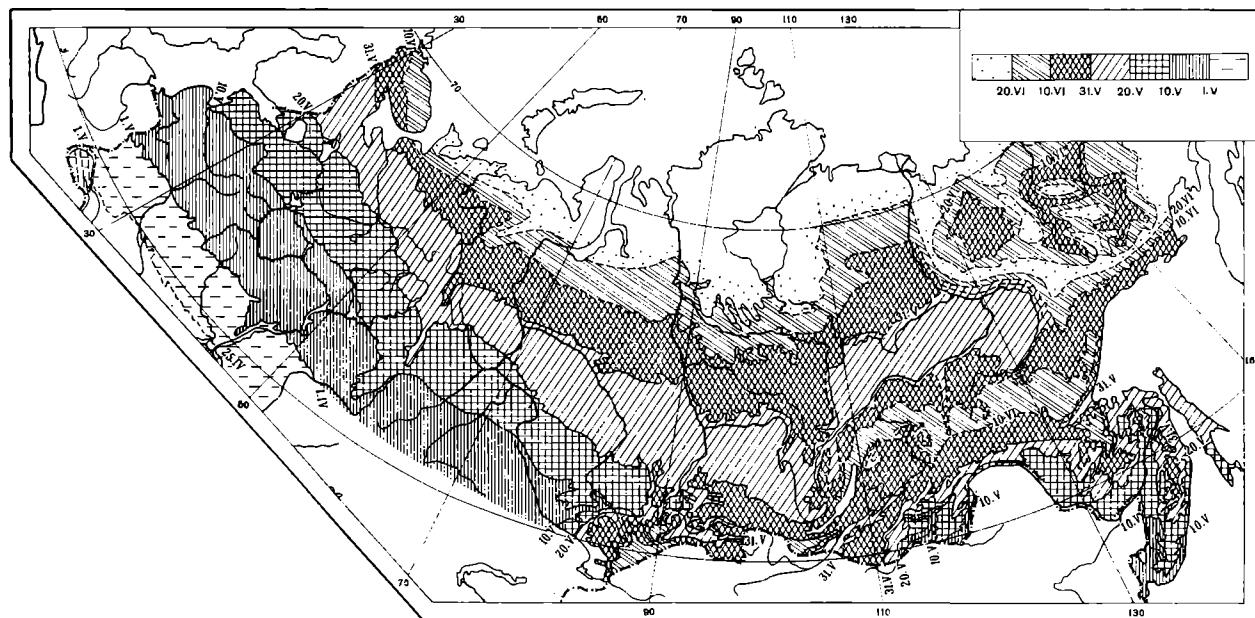


Рис. 1. Фенологическая карта зеленения березы. При составлении карт (рис. 1 и 2) были применены методы математической статистики. Проверилось качество исходных данных, наблюдения по всем пунктам приводились к одному периоду лет, затем вычислялись фенологические градиенты — широтный, высотный, долготный. На этой и второй картах отражены различия в сроках наступления фенологических фаз для участков территории размером 1° по широте на 2° по долготу

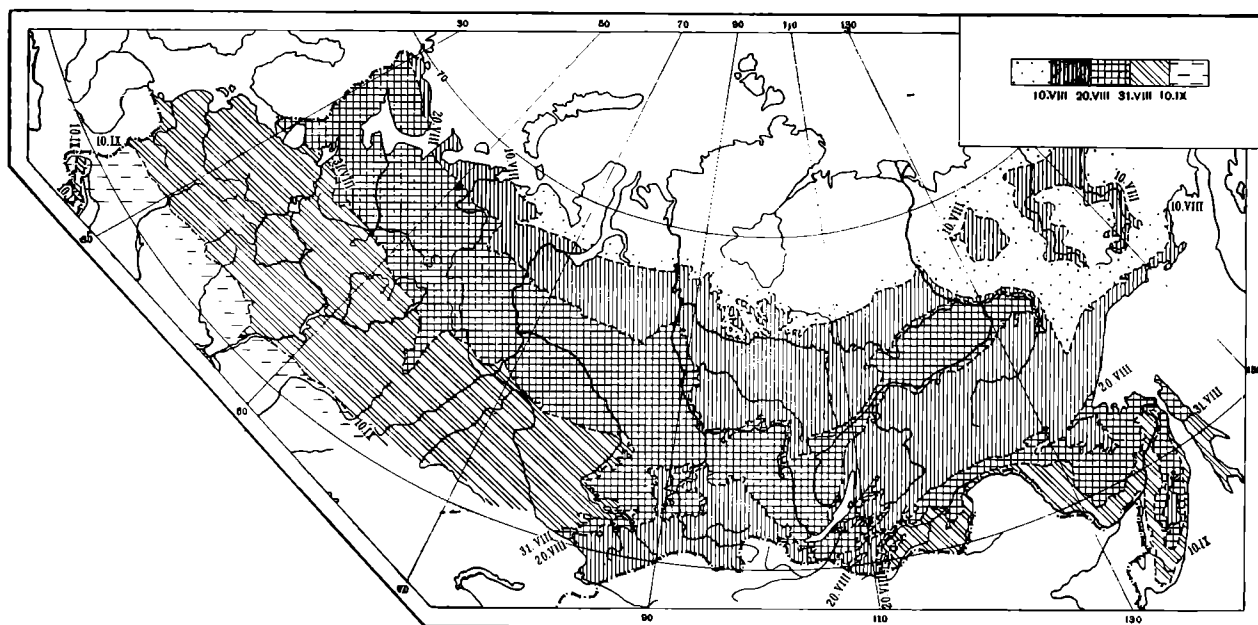


Рис. 2. Фенологическая карта начала пожелтения березы

движением на север постепенно сокращается ширина декадных фенологических интервалов. Для условий Украины увеличение широты местности на 1° вызывает запаздывание в сроках облиствения березы на 2—2,5 дня, для Севера же Европейской части СССР величина широтного градиента увеличивается до 4—5 дней. На ход изофен (линий, соединяющих точки с одинаковыми сроками фенологических явлений) значительное влияние оказывает также рельеф. Например, повышение местности на каждые 100 м вызывает запаздывание сроков облиствения в среднем на 2,4—3 дня. Поэтому в горных районах изофены отклоняются от широтного направления в соответствии с расположением основных форм рельефа.

При составлении карты начала пожелтения березы (рис. 2) учитывалась продолжительность жизни листьев от зеленения до изменения окраски. При движении на север продолжительность жизни листьев сокращается. Например, для условий Красноярского края листья березы от зеленения до начала пожелтения живут в среднем следующее количество дней: на широте 57° — 104, на широте 59° —

96, на широте 61° — 87 дней и т. д. Установлено также, что для условий Сибири продолжительность жизни листьев при увеличении долготы постепенно уменьшается.

Несколько слов о значении фенологических карт. Для науки и практики имеет значение не только картографирование отдельных фенофаз, но и установление на основании карт биоклиматических закономерностей, а также использование этих карт для решения хозяйственных задач. Например, определить фазу цветения или облиствения гораздо проще, чем получить дату наступления этих же явлений путем подсчета сумм температур. Преимущество же фенонаблюдений состоит в том, что они не требуют сложных вычислений и могут быть выполнены любым грамотным человеком.

Взаимосвязь многих сезонных явлений и их значение для практики нашли свое отражение в народных наблюдениях. Вот несколько примеров из известной книги А. С. Ермолова¹, содержащей исключительно ценный

См. А. С. Ермолов. Народная сельскохозяйственная мудрость в пословицах, поговорах, приметах. Часть II. Всенародная агрономия. СПб, 1905.

материал по фенологии. Ермолов приводит следующие приметы для посева яровых хлебов: овес сей, когда березовый лист станет распускаться; лист на дереве полон, так и сеять полно; если на верху березы листья раньше и больше распустились — хлеб нужно сеять раньше, если в середине больше распустились — нужно средне сеять, если внизу больше распустились — сеять позже; если на березе много почек просо будет обильное; если весной березовый сок не вкусен — хлеб уродится и т. д. Осенние фазы березы также нашли отражение в приметах: если осенью листья пожелтеют рано, то следующей весной будет рано трава; поздний листопад к неурожайному году; когда на березе появится желтый лист пятнами с лошадиную голову, пора сеять озимый хлеб; если листья на деревьях снизу желтеют — ранний сев (озимых) будет хорош; сверху желтеет — поздний сев хорош и т. д.

Не случайно народные приметы отмечают совпадение сроков облиствения древесных пород с благоприятными условиями посева яровых культур. Очевидно, появление первых листьев березы служит своего рода сигналом («феноиндикатором») наступления соответствующих тем-

пературных и других условий в почве, обеспечивающих прорастание семян. Конечно, достоверность этих и других наблюдений должна быть проверена, прежде чем можно будет рекомендовать их для широкого применения в практике.

Разработка различных феноиндикаторов должна осуществляться фенологами и агрометеорологами на основе накопленных материалов, которые собраны в архивах и далеко не полностью обработаны. Фенологические карты вместе с та-

кими рекомендациями могут оказать большую практическую помощь работникам сельского и лесного хозяйства в их повседневной работе.

Н. Г. Харин
Кандидат сельскохозяйственных наук
Ашхабад

ТОРНАДО В РАЙОНЕ ЛЕНИНГРАДА

Атмосферные вихри зарождаются вблизи какой-либо поверхности и распространяются от нее вверх и вниз. Обычно вихри, опускающиеся от основания облаков над сушей, называются торнадо (особенно в США), а над морем — смерчами. Вихри же, поднимающиеся с земли, называются просто пыльными.

Торнадо чаще всего наблюдаются в тропической зоне, где почти половина их не достигает земной поверхности. Однако такой вихрь, торнадо, изображенный на рисунке, многие наблюдали под Ленинградом.

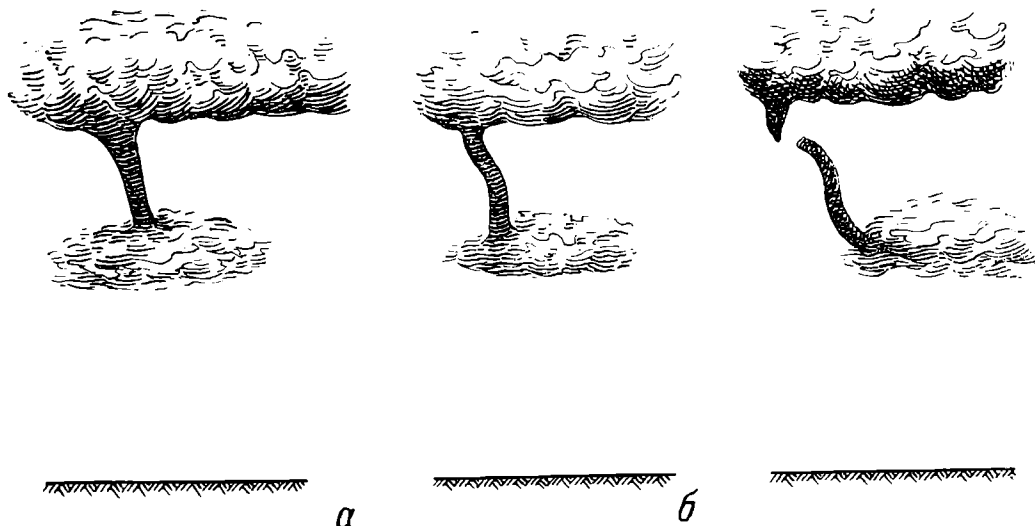
День 29 июня 1965 г. был теплым и дождливым. В перерыве между ливнями, которые повторялись почти каждый час, близ Пулковы под длинной гря-

дой кучево-дождевых облаков вдруг появился наклонно свисающий облачный хобот. Под облаком он имел вид воронки, а книзу протягивался постепенно сужающимся жгутом. Нижний его конец, смещавшийся несколько медленнее облачной гряды, прятался в одиноком кучевом облаке с весьма нечеткими контурами (см. рис., а). Гряда кучево-дождевых облаков была на высоте 10—12° над горизонтом и смещалась с запада (на рис. справа налево) вдоль своей длинной оси. От места наблюдения она находилась не далее 5—6 км. Угловая длина хобота была около 3—4° (для данного расстояния это соответствует его длине около 300 м). Угловая ширина его составляла не более

0,1°, что соответствовало примерно 20 м.

Через минуту облачный хобот имел уже по всей длине одинаковую толщину. По-видимому, активность засасывания воздуха в верхней части его быстро уменьшалась. Нижний конец хобота переместился ближе к переднему краю кучевого облака. Подобно тяжелому толстому канату, хобот, заметно извиваясь, медленно покачивался из стороны в сторону (см. рис., б).

В следующую минуту смещение нижнего облака заметно замедлилось, и облачный хобот оторвался от верхней гряды. Свободный верхний конец изогнулся наподобие лебединой шеи. В месте отрыва хобота у основания гряды вдруг появился тонкий отросток: здесь еще сохранялось вихревое



Торнадо над южной окраиной Ленинграда 29.VI—65 г. в три последовательных момента: а — 17 час. 58 мин.; б — 17 час. 59 мин.; в — 18 час. 00 мин.

движение (см. рис., е). Однако через несколько секунд этот отросток, как и весь хобот, исчез. Нижнее облако также исчезло вслед за хоботом. Видно было, что оно существовало только благодаря деятельности вихря.

Данное торнадо возникло в результате локального возмущения атмосферы, не сопровождалось сколько-нибудь значительным нарушением общего хода давления. Нижний конец его, скрытый в кучевом облаке, занимал положение, близкое к горизонтальному, что и обусловило образование самого облака. Процесс этот подобен появлению облачного вала перед грозовым облаком, когда там возникает вихрь с горизонтальной осью.

По-видимому, как только нижний конец торнадо приобретает горизонтальное положение, условия, благоприятные для сохранения его, исчезают. Теплота конденсации, сосредоточенная до этого в узком столбе, распределяется на большое пространство, окружающее горизонтальный вихрь, и быстро рассеивается. Губительная сила вращения вихря, не коснувшись земли, быстро истощается.

Н. И. Новожилов
Кандидат географических наук
Ленинград

В НОМЕРЕ:

Заметки, наблюдения. Еще один фрегат. *В. Д. Яхонтов* (67).

Новости, события, факты.

Первый Всесоюзный съезд генетиков и селекционеров в СССР (114). Премия имени И. Д. Зелинского за 1966 г. (114). Премия им. А. И. Баха за 1966 г. (114). Румынии в Сокольниках (115). Космический полет корабля «Джемини-9» (115). Служба информации в ГДР (118). Квазизвезды—сгустки первоматерии? (119). Сочленение горно-складчатых и платформенных областей. *В. П. Поникиров, Е. Д. Сулиди-Кондратьев, В. И. Высоцкий, Е. А. Долгинов* (120). Юбилей старейшего научного общества (115). Сверхновая в созвездии Большой Медведицы. Кислород нашей планеты (116). Звукоизолирующие материалы (116). Новый картофелеуборочный агрегат (117). Бактерии под давлением

(117). Вода и сердечные заболевания (118). Кормовая мука из стеблей кукурузы (118). Кварки и квазизвезды (119). Карьера водорослей (120). О пользе черного хлеба (120). «Картинная» галерея под землей (121). Семена на экспорт (121). Медведи в Словакии (121).

Книжки. Кибернетика и философия (*В. Д. Моисеев*. Центральные идеи и философские основы кибернетики). *А. Д. Урсул* (122). На стыке наук о Земле (*В. А. Магницкий*. Внутреннее строение и физика Земли). *Е. Н. Люстич* (123). Коротко о книгах (22; 40; 89; 93; 100; 106; 113). **Календарь природы.** Особенности сезонного развития березы. *Н. Г. Харин* (125). Торнадо в районе Ленинграда. *Н. И. Новожилов* (127).



Художественный редактор *Э. К. Тарасенко*

Технический редактор *Д. И. Флейшман*

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 52, тел. В 1-76-80

Подписано к печати 2/VII 1966 г.
Уч.-изд. л. 13,39

Бум. л. 4

Т-09830

Формат бумаги 84×108^{1/16}
Тираж 32000 экз.

Печ. л. 13,12+1 вклейка
Заказ 757

2-я типография издательства «Наука». Москва, Ш: бинский пер., 10

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

выпускает в свет А. П. Окладников ПЕТРОГЛИФЫ АНГАРЫ

Объем 40 л., цена 2 р. 59 к.

Петроглифы — изображения, выбитые на скалах, и писаницы — древние рисунки на утесах, нанесенные краской, представляют значительный интерес как памятники искусства тысячелетней истории сибирских племен, начиная с каменного века. Чл.-корр. АН СССР А. П. Окладников в этой книге раскрывает историю наскальных изображений, созданных первобытным человеком в долине реки Ангара.

Настоящая книга — итог тридцатилетнего исследования, проведенного автором. Собранный материал дал возможность проследить этнические связи некоторых племен Сибири с европейскими и азиатскими соседями; установить существование ряда самобытных культур в Ангарском районе; охарактеризовать способы ведения охотничьего хозяйства, отдельные детали жизни людей, которые невозможно восстановить непосредственно при раскопках памятников. Первая половина книги посвящена описанию уникального материала, вторая — его исследованию и датировкам.

В работе удачно сочетаются тонкость археологического анализа и занимательность изложения.

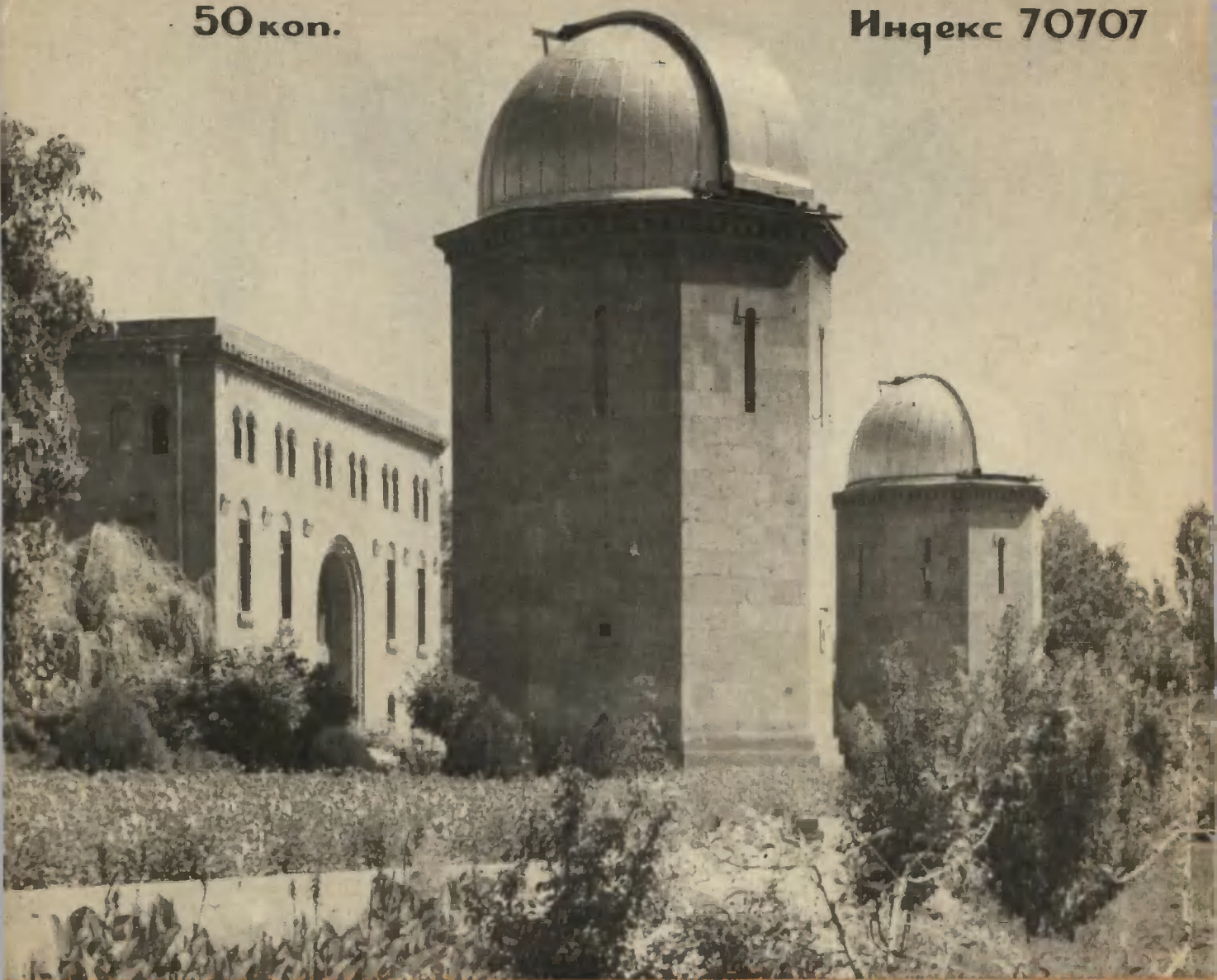
Заказывайте книги издательства «Наука» в магазинах конторы «Академкнига».

АДРЕСА МАГАЗИНОВ «АКАДЕМКНИГА»: Москва, ул. Горького, 8 (магазин № 1); ул. Вавилова, 55/5 (магазин № 2); Ленинград, Д-120, Литейный проспект, 57; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Новосибирск, Красный проспект, 51; Киев, ул. Ленина, 42; Харьков, Уфимский пер., 46; Алма-Ата, ул. Фурманова, 139; Ташкент, ул. Карла Маркса, 29; Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Уфа, 55, проспект Октября, 129.

«АКАДЕМКНИГА»

50 коп.

Индекс 70707



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»