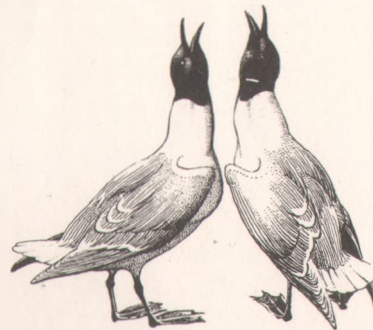


ECOLOGY
BY PETER FARB



TIME-LIFE INTERNATIONAL
(NEDERLAND)

Питер Фарб
**ПОПУЛЯРНАЯ
ЭКОЛОГИЯ**

Перевод с английского
А. Д. Базыкина

Под редакцией и с предисловием
проф. Н. П. Наумова

Издательство «Мир»
Москва 1971

Фарб П.

Ф24 Популярная экология. Пер. с англ. А. Д. Базыкина. Ред. и предисл. проф. Н. П. Наумова. М., «Мир», 1971. 192 с. с илл.

Где, как и почему живут те или иные животные и растения, каковы взаимоотношения между особями, популяциями и видами и, наконец, между живой природой и человеком? Этим и многим другим вопросам посвящена книга известного популяризатора науки.

Все, кто любит природу, с большим удовольствием и пользой для себя прочтут эту интересную, превосходно оформленную книгу.

2-10-6

178-71

591.5

TIME LIFE INTERNATIONAL
INDIANAPOLIS«Мир» ордена Ленина
1971 Москва

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Интерес к экологии — науке о закономерностях существования живого покрова Земли — растет непрерывно. Родившись как самостоятельная наука сравнительно недавно, на пороге XX века, экология изучает популяции (группировки организмов одного вида) и образуемые ими территории и сообщества разных видов (биоценозы). С годами значение экологии возросло, так как она затрагивает вопросы огромной практической важности.

Прежде всего это вопрос о рациональном использовании живых природных ресурсов (лесных массивов, пастбищ, рыбы, пушнины, дичи), увеличении их запасов, проблема борьбы с вредителями и болезнями и многое другое.

В последнее время бурный рост промышленности, сельского хозяйства и транспорта все интенсивнее меняют лик Земли. Решительно вмешательство в естественные процессы, при этом нередко нарушаются существующие в природе связи, человек загрязняет и отравляет окружающую среду, уничтожает ценные виды, опустошает ландшафты. В связи с этим возникла проблема первоочередной важности — как охранять и рационально эксплуатировать природу. Недаром после завершения Международной биологической программы, принявшей под девизом «Биологические основы продуктивности и благосостояния человечества», Международный союз биологических наук (IUBS) в качестве ее продолжения выдвинул новую программу под девизом «Биосфера и человек».

Решить эту проблему, от которой в конечном счете зависит само существование человечества, можно только на основе глубокого и детального изучения структуры отдельных видов, жизни их популяций и образуемых популяциями биоценозов, поскольку мы сами входим в состав этих сообществ и с их помощью получаем необходимые кислород и пищу, а также сырье для промышленности.

Господствуя в этих сообществах, мы должны детально знать строение и жизнь «надорганизменных больших биологических систем», чтобы эффективно использовать их в наших интересах. Только это предупреждает нас от ошибок, которые могут привести (а во многих случаях и приводили) к разрушению природных комплексов и опустошению обширнейших территорий.

Человечество и прежде совершало немало подобных ошибок. Античная эпоха и средние века являются их примерами. Но в те времена и

людей было меньше, по крайней мере раз в тридцать, и их возможности влиять на природу были крайне ограниченными. В наши дни с увеличением численности населения до трех миллиардов человек, колоссальным развитием промышленности, техники и сельского хозяйства влияние человека на природу невероятно возросло. Мы не можем и не должны больше делать ошибок, так как каждая из них при современном уровне развития техники может стать угрозой самому существованию человечества.

Осознанием именно этой очевидной истины и объясняется тот возросший интерес к экологии, который сейчас можно наблюдать не только среди биологов, но и среди широкого круга специалистов самых разных областей и особенно среди молодежи. Предлагаемая вашему вниманию книга в известной степени удовлетворяет эту потребность. Она не рассчитана на специалистов, но, по-видимому, и они найдут в ней немало интересного.

Книга написана популярным языком, в ней нет сложных положений, особенно таких, которые требуют применения математического аппарата, не грешит она и злоупотреблением специальной терминологией. Живое, образное изложение позволит всем читателям — до школьников включительно — ознакомиться с успехами экологии, иметь представление о ее важнейших задачах и путях их решения.

Автор затрагивает почти все основные разделы и проблемы современной экологии, науки быстро развивающейся и широко использующей достижения смежных отраслей. Читатель увидит, насколько расширились возможности изучения «биологических макросистем», а следовательно, и их регулирования.

В то же время читатель непременно заметит, что в изложении П. Фарба, в его подходе ко многим экологическим проблемам, особенно таким, которые имеют практическое значение и неизбежный социальный аспект, отражаются концепции западных экологов, подчас не находящих решений в условиях капиталистического хозяйствования и призывающих вернуться к опыту прошлого. Редактор счел полезным дать в таких случаях примечания. Однако это не снижает ценности книги, полезной в том отношении, что она дает представление о состоянии экологии за рубежом.

Н. П. Наумов



Сложность этого озера, в котором отражаются кипарисы, скрывает под собой процветающий биоценоз, состоящий из множества мелких растений и животных. Пройдут годы, и общество это исчезнет, превратившись в результате постоянной жизнедеятельности и разложения в гумус, заполняющий озеро.

1 Всеобъемлющая паутина

Число словес нашего времени под словом «природа» подразумевает весь окружающий его мир с мириадами бегающих, прыгающих, скачущих, ползающих, летающих и плавающих животных, с десятками тысяч растений — от одноклеточных водорослей до гигантских секвой, со множеством ландшафтов — от вечных льдов до тропических лесов. Однако для прочих тварей, обитавших на нашей планете, «природа» — это нечто совсем иное. Так, например, для пресноводной черепахи «природа» — это всего лишь тот участок воды или пруда, где она родилась, для личинок какого-нибудь вида мух — это маленький источник, причем обязательно с определенной температурой воды, для карликовых растений вроде оленьего мха — это каменистая тундра, именно каменистая и никакая другая.

И действительно, условий, которые удовлетворяли бы все живые организмы, не существует. Есть лишь такие местообитания и такие среды, к которым под действием естественного отбора приспособились те или иные животные и растения. Все, что выходит за рамки привычных для данного существа условий — будь то пища, к которой оно не приспособлено, ствол дерева, в который оно не может внедриться, или непереносимый климат, — будет противоестественным. Достаточно точно экологией можно назвать изучение взаимоотношений живых существ с окружающей их, естественной для них средой. Термин этот вошел в употребление около 100 лет назад и в переводе с греческого означает «описание дома».

У любого живого существа есть свой «дом», с которым оно связано множеством невидимых нитей. Это различные физические условия, встречающиеся на поверхности нашей пестрой и непрерывно меняющейся планеты, а также отношения — дружественные, враждебные или даже безразлично-равнодушные — между видами, живущими бок о бок друг с другом. К числу таких связей относятся также и взаимоотношения особей с любыми компонентами окружающей среды: с почвой, по которой они передвигаются и в ко-

торой устраивают свои жилища; с воздухом, которым дышат и в котором летают; с дождем и солнечным светом. Хотя, казалось бы, обитатели горных вершин, пустынь и океанов внешне имеют мало общего и ведут совершенно разный образ жизни, в действительности все они подвластны одним и тем же экологическим законам. Некоторые из взаимоотношений живых существ с окружающей средой очевидны; общеизвестно, например, что медоносные пчелы, взаимодействуя с цветами, способствуют их опылению, а значит, и образованию семян. Однако многие взаимосвязи в мире живого представляются крайне запутанными и непонятными. Не всегда легко разделить растения и животных, с одной стороны, и среду их обитания — с другой, поскольку живые существа, используя среду как источник пищи и убежище, способствуют ее формированию. Так, без органических веществ, производимых живыми организмами, не существовало бы почвы — была бы лишь смесь мертвых минеральных частиц. Возникшая почва в свою очередь в значительной мере определяет состав произрастающих на ней растений, а растения, как известно, являются источником существования животных. Даже атмосфера нашей планеты и та, вероятно, некогда имела другой состав: углекислый газ и кислород, столь необходимые в свое время для возникновения жизни на Земле, сейчас сами производятся почти исключительно в результате жизнедеятельности растений и животных.

Человек — единственное создание природы, которое, на первый взгляд, не подвластно законам экологии, поскольку может существовать почти в любой точке земного шара. И все же, сколь ни впечатляющи достижения человека, в действительности он никогда не покидал своей экологической ниши. Ему всегда необходимы воздух, питьевая вода и пища. Все это он либо берет непосредственно у дикой природы, либо выращивает на своих полях и пастбищах и запасает впрок. Успехи человека в освоении Земли объясняются тем, что он научился пользоваться огнем, строить жилища и изготавливать одежду. Человек, происходящий от обезьяноподобных предков, обитавших в тропических лесах примерно два миллиона лет назад, к настоящему времени расселился по всей поверхности Земли. Правда, в основном это расселение происходило лишь в течение последних десятков тысяч лет, да и в настоящее время большая часть человечества обитает между 50° северной и несколькими градусами южной широты.

Области распространения большинства других форм жизни еще более ограничены, хотя кажется, что жизнь на Земле буквально бьет ключом. Такая ограниченность относится как к горизонтальному, так и к вертикальному распростра-

нению — все живое на Земле сосредоточено, по сути дела, в тонком слое, именуемом «биосферой». На суше биосфера простирается в глубь Земли вместе с проникающими туда корнями деревьев. В морях живые существа обнаруживаются во впадинах на десятикилометровой глубине, однако большая часть живого концентрируется в слоях до 150 метров. И хотя некоторые птицы и насекомые могут подниматься ввысь на несколько километров, рано или поздно они неизбежно опускаются на землю; вверх биосфера простирается лишь до верхушек высочайших деревьев — стометровых секвой Калифорнии*.

Представляя собой столь тонкий слой, биосфера тем не менее населена более чем 1 300 000** видов различных растений и животных; правда, лишь очень немногие из них расселены по всей биосфере. Если не считать человека, то наиболее широко распространенным видом, вероятно, является обыкновенная комнатная муха: она встречается почти повсеместно, за исключением лишь Заполярья. Первоначально это насекомое обитало только в тропических широтах, да и сейчас, как это экспериментально доказано, мухи лучше всего размножаются при температуре +25° С. Расширить свой ареал комнатная муха смогла благодаря двум адаптациям: во-первых, она впадает в спячку в холодное время года и, во-вторых, приспособилась к жизни в отапливаемых помещениях. Фактически это позволило ей проникнуть всюду, куда проник человек. Точно так же в различные климатические зоны вместе с человеком проникли тараканы, платяные вши, домовые муравьи, домовые мыши и некоторые другие виды животных, всегда сожительствующие с человеком. Вместе с человеком они преодолевали горные хребты и пересекали моря, заселяли его жилища и, вероятно, вымрут или по крайней мере сильно сократят свою численность, если человечество погибнет.

Человек и сожительствующие с ним животные — это исключения; все другие виды животных и растений занимают лишь ограниченные участки биосферы. Нетрудно понять, почему, например, обезьяны, приспособленные к жизни на деревьях и питающиеся листьями и плодами, обитают в тропических лесах, а не в пустынях. Однако исчерпывающе объяснить характер расселения тех

* Под биосферой автор, видимо, подразумевает только место постоянного пребывания организмов, где происходит их размножение. В действительности биосфера включает тропосферу (нижнюю часть атмосферы, до 10—15 километров), кору выветривания (на 2—3 километра вглубь) и всю гидросферу (до ее максимальных глубин). — Прим. ред.

** Число известных видов животных составляет примерно 1 500 000, число видов растений — около 500 000. В отдельных группах животных (насекомые, черви, моллюски и др.) и растений (бактерии, грибы, водоросли), видимо, не менее 30% видов остаются еще неизвестными. — Прим. ред.

или обезьян непросто. Так, влажные тропические леса Южной Америки очень похожи на леса экваториальной Африки, а обитающие в них обезьяны мало отличаются друг от друга; например, большинство южноамериканских обезьян хвосты достаточно длинные, чтобы цепляться ими за ветки деревьев, африканские обезьяны таких хвостов не имеют, в тропических же лесах Австралии обезьян нет вообще.

Всегда существует по крайней мере одна, а чаще несколько серьезных причин, по которым то или иное животное или растение обитает на данной территории. И если какой-либо вид не встречается там, где живут близкие ему виды, то и для этого также имеются достаточно веские основания. Препятствовать его проникновению могут либо такие преграды, как высокие горы, хребты или океаны, либо не бросающиеся в глаза, однако столь же непреодолимые препятствия, какими являются недостаток воды, отсутствие необходимой пищи, небольшие различия климата или почв. Иногда распространению животных или растений препятствует человек, однако чаще — присутствие другой, конкурирующей формы в нише, которую мог бы занять вид-претендент. Бывает, что условия в той или иной местности, казалось бы, полностью подходят для существования данного вида, а его там не менее нет. Это может объясняться отсутствием протопитающего вида, от которого зависит существование первого. Хорошим примером такой ситуации является распространение аконита: это растение выращивается исключительно шмелями и потому никогда не встречается там, где шмелей нет.

Чтобы понять характер современного расселения тех или иных организмов, следует обратиться к прошлому. Живые существа под действием естественного отбора постепенно изменяются. Протерпевает изменение и сам лик Земли. Горы, ранее представляющих непреодолимые преграды, еще вчера (по геологическим масштабам) могло совсем не существовать. Всего лишь 12 000 лет назад в Северном полушарии началось отступление ледников, и вода, образовавшаяся при их таянии, стекала в океан, меняя линию берега. После того как льды отступили, поднялись леса, на новом русле потекли реки, образовались новые озера и болота. Такого рода изменения происходили на протяжении всей истории Земли и всегда были связаны с переменами в расселении живых существ. Многие животные проникали с одного континента на другой по временным «мостам» между материками. Некоторые виды переползающих возникли в Северной Америке, затем по суше, бывшей на месте теперешнего Берингова пролива, проникли в Азию, а в Америке после этого вымерли. Такова судьба ло-



35 000 ЛЕТ НАЗАД

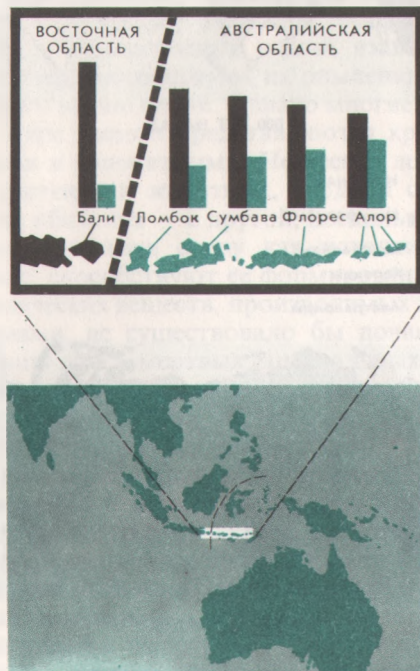
- Негроиды
- Монголоиды
- Европеиды
- Капеиды
- Австралоиды



10 000 ЛЕТ НАЗАД

РАССЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РАС

Примерно 35 000 лет назад на территории Европы, Азии и Африки сформировалось пять человеческих рас (верхний рисунок). У этих первобытных людей был большой мозг, развитая общественная организация, орудия труда и оружие, которое делало их отличными охотниками. Кочуя в поисках новых охотничьих угодий, они достигли Австралии и Крайнего Севера, по перешейку, существовавшему в плейстоцене на месте теперешнего Берингова пролива, проникли, следуя за стадами диких животных, в Америку и расселились по всему континенту вплоть до Огненной Земли. К тому времени, когда отступили льды последнего оледенения (примерно 10 000 лет назад), самыми многочисленными на Земле были «белая» и «желтая» расовые группы — европеиды и монголоиды (нижний рисунок).



ПЕРЕХОДНАЯ ЗОНА

Границы между биogeографическими областями редко бывают столь четкими, как их изображают на картах. Проведенная Уоллесом граница между Восточной и Австралийской областями проходила между островами Бали и Ломбок, разделенными проливом шириной около 24 километров. Однако последние исследования обнаружили, что в действительности эта часть Малайского архипелага представляет собой зону постепенного перехода между Восточной и Австралийской областями. На верхней диаграмме темные столбцы отражают процент «индомалайских», а светлые — «австралийских» птиц в фауне соответствующих островов.

шадей: они вымерли в Америке примерно 10 000 лет назад и появились снова только после того, как были в XVI веке завезены в Мексику испанскими конкистадорами. Дикие мустанги американских прерий — это потомки завезенных испанцами лошадей.

Тот факт, что большинство растений и животных имеют свои излюбленные области распространения, впервые был осознан учеными в эпоху великих географических открытий, начавшихся в XV веке, когда путешественники, возвращаясь из дальних стран, стали привозить с собой различных диких животных и неправдоподобные по тем временам рассказы. Европейцев поражали не только индюки и морские свинки, но и экзотические представители человеческого рода, привозимые из таких путешествий. Однако все факты, касающиеся географического распределения животных, были приведены в систему лишь в 1858 году, и сделал это Филип Латли Склетер. Его система была видоизменена и пополнена Альфредом Расселом Уоллесом, блестящим соавтором Чарлза Дарвина* в создании теории эволюции. Уоллес выделил на суше шесть областей, разделенных практически непреодолимыми климатическими и топографическими границами. Области Уоллеса и поныне приняты за основу биogeографической системы, хотя проведенные Уоллесом границы подверглись некоторым уточнениям. На картах они обычно изображаются четкими линиями, однако в действительности даже во времена Уоллеса границы эти были уже довольно размытыми. С тех пор в результате вмешательства человека многие виды (распространенные повсеместно скворцы и домовые воробьи — это лишь два примера из тысяч возможных) проникли в «чужие» области и там процветают. Таким образом, в отношении этих видов границы между областями оказались нарушенными. Тем не менее представление о биogeографических областях по-прежнему ценно для понимания истории расселения животных по поверхности Земли. И хотя наиболее четко деление на области прослежено по млекопитающим и птицам, справедливо оно и для многих других групп животных и для растений.

Каждая биogeографическая область характеризуется специфическими формами жизни, обитающими только в этой области и нигде более. Для Неарктической области — Северной Америки приблизительно до северного тропика в Мексике — характерны такие животные, как вилорогая антилопа, ондатра, бизон, скунс и индейка.

* Ознакомившись с эволюционной теорией Дарвина, А. Уоллес признал себя последователем (а не соавтором) Дарвина и назвал свою книгу об эволюции «Дарвинизм». — Прим. ред.

животными Восточной области, включающей в себя Индию и Юго-Восточную Азию, являются индонезийский слон (непохожий на африканского), буйвол, чеprачный тапир и гиббон. В Эфиопии, охватывающей большую часть Африки, за исключением крайне северных районов, относящихся к Средиземному морю, водятся эфиопский слон, жираф, зебра, горилла и трубкозуб. Наиболее четко концепция биogeографических областей может быть продемонстрирована на примере фауны Малайского архипелага, где встречаются две области: Восточная, крайне богатая разнообразными животными, и Австралийская, одна из наиболее обделенных в этом отношении. Уоллес, подметив различия в видовом составе животных и растений соседних островов этого переходного архипелага, смог провести на карте линию, разделяющую две области.

Хотя на первый взгляд все мелкие острова Малайского архипелага более или менее одинаковы, однако они относятся к двум различным областям, 80 миллионов лет назад оказавшимся изолированными друг от друга в результате резких сдвигов земной коры. Линия, проведенная Уоллесом и ныне известная во всем мире под названием «линии Уоллеса», начинается на юго-востоке Филиппин, между островами Минданао и Сангхе, затем проходит между Борнео и Целебесом и наконец выходит в Индийский океан между Бали и Ломбок. Одно время считалось, что животный мир островов, лежащих по разные стороны этой линии, не имеет ничего общего. Однако теперь известно, что в действительности четкой границы не существует, а есть некая переходная зона, названная Уоллесией, в которую с двух сторон проникают различные представители форм, характерных для обеих граничащих областей.

Восточнее линии Уоллеса заметно падает количество видов, присущих Восточной области, а наоборот, к западу от нее резко уменьшается число видов, характерных для Австралийской области. Так, с востока в Уоллесию проникли сумчатые австралийские сумчатые, а характерные для Восточной области дятлы встречаются в несколько восточнее острова Бали. Такие типично азиатские животные, как землеройки, долговязы, белки и свиньи, встречающиеся восточнее линии Уоллеса на Целебесе, могли проникнуть туда вместе с меланезийцами, возможно употребившими их в пищу или содержащими в качестве домашних животных. Во многих случаях границы областей все же проходят точно по линии Уоллеса. Острова Бали и Ломбок разделяет пролив шириной всего лишь около 24 километров, однако фауна этих островов поразительно отличается одна от другой. На относящемся к Восточной области Бали много белок и тигров, а чуть восточнее Бали ни те, ни другие не встречаются.

С другой стороны, на Ломбоке водится австралийский медосос, не известный на Бали. Австралийский шерстистый кускус, распространенный, в частности, на Целебесе, совершенно отсутствует всего лишь несколькими километрами западнее — на Борнео; западная граница распространения австралийских какаду проходит точно по линии Уоллеса, не заходя за нее.

Такие же четкие границы есть и у Неарктической, или Североамериканской, области. Одна из них, правда существующая сравнительно недавно, проходит по Берингову проливу и отделяет Аляску от Чукотки. Многие североамериканские растения и животные встречаются и в Азии, поскольку эти две области соединялись перешейками в конце каменноугольного и в начале третичного периодов, примерно 60—80 миллионов лет назад, и снова — во время последнего оледенения. В настоящее время моста не существует — он затоплен водами, образовавшимися при таянии ледяного покрова, — но в былые времена он неоднократно служил связующим звеном между двумя континентами. Из Азии по этому мосту проникли многие ныне широко распространенные в Северной Америке млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся и рыбы, а примерно 25 000 лет назад — человек, затем успешно расселившийся по всему континенту. В обратном направлении мигрировали лошади, верблюды и тапиры, возникшие в Северной Америке и затем проникшие в Азию.

Шестьдесят — семьдесят миллионов лет назад Северная Америка соединялась также и с Южной Америкой, но затем они оказались разделенными водной преградой и в течение десятков миллионов лет оставались изолированными друг от друга, пока не образовался Панамский перешеек. До того как это произошло, млекопитающие Южной Америки отличались от млекопитающих Северной Америки и других континентов больше, чем сейчас; они не имели с ними почти ничего общего. Но как только в результате движений земной коры между двумя континентами возник мост, в обоих направлениях хлынули потоки млекопитающих, обогащая фауны этих областей: число семейств наземных млекопитающих в Северной Америке возросло с 27 до 34, в Южной — с 29 до 36. Однако в результате такого взаимопроникновения фауны во многих экологических нишах оказалось по две формы животных; возникла острая конкуренция, которая не могла продолжаться долго: в каждом случае одна из форм должна была победить, а другая — либо погибнуть, либо приспособиться к новой экологической роли. Так оно и случилось: в настоящее время в Северной Америке насчитывается всего 23 семейства наземных млекопитающих (то есть меньше, чем до взаимопроникновения фауны), в Южной Америке сохранилось лишь

30 семейств. Млекопитающие, проникшие с севера в Южную Америку, — тапиры, ламы, пекари, олени, лисы, выдры, медведи, еноты, скунсы и другие — преуспели значительно больше, чем южноамериканские, и потомки многих из них дожили до наших дней. Фактически примерно половина современных южноамериканских млекопитающих — потомки «выходцев» из Северной Америки. Из южноамериканских же млекопитающих, проникших в Северную Америку, выжили лишь дикобраз, броненосец и опоссум.

Таким образом, современная фауна Неарктической области состоит в основном из евразийских и лишь отчасти из южноамериканских и исконно североамериканских форм — к последним относится, например, мешчатая крыса, или гофер, нигде за пределами Неарктики не встречающаяся. В настоящее время Неарктику населяют более 800 видов птиц, свыше 400 видов млекопитающих, более 200 видов пресмыкающихся, по крайней мере 140 видов земноводных и 150 000 видов насекомых, а также множество других беспозвоночных и различные растения — от одноклеточных водорослей до величественных секвой. Кроме того, можно считать, что в фауну Неарктики входят представители почти всех человеческих рас.

Каждый из этих видов определенным, свойственным лишь ему образом расселен по континенту, и, чтобы понять характер расселения отдельных видов, ученые посчитали полезным разбить области Уоллеса на меньшие единицы, называемые биомами. Биомы — это, грубо говоря, климатические зоны. Их характеризуют определенное распределение осадков, максимальная и минимальная температуры, характер времен года и изменений продолжительности дня и ночи. Все это вместе взятое определяет тип растительности, а следовательно, и облик животного мира того или иного биома.

Названия биомам на суше даются по преобладающему в данной зоне типу растительности. Каждый биом характеризуется специфическим составом растений и животных; причем он проходит последовательные стадии развития, прежде чем достигнет состояния относительного равновесия со средой, характерного для данного биома. Так, одно сочетание климатических и почвенных условий привело к возникновению пояса хвойных лесов на севере Америки, другое является причиной существования пустынь юго-западных штатов.

В экономике биома важную роль играют растения. Продемонстрировать это можно на примере распределения крупных травоядных животных. Такие травоядные обитают в основном в областях, где среднегодовое количество осадков

составляет от 30 до 75 сантиметров и они неравномерно распределены по сезонам. Казалось бы, травоядные не имеют особых преимуществ от такого полусухого климата; и действительно, в сухое время года им приходится довольно туго. Причина, по которой они водятся преимущественно в этом климатическом поясе, заключается в том, что именно здесь доминирующей формой растений являются травы — основной корм травоядных.

В Неарктической области представлены почти все биомы суши, кроме двух — тропической саванны и влажных тропических лесов. На севере Америки, южнее полярных льдов и снега, лежит тундра. Еще южнее от Атлантического до Тихого океана широким поясом простирается биом хвойных лесов. Далее на юг, приблизительно от границы между США и Канадой, континент разделен горными хребтами, которые определяют направление ветров, распределение осадков и т. п., на несколько меридионально расположенных биома. Двигаясь с востока на запад от атлантического побережья, путешественник сначала попадает в лиственные леса, затем в степи и наконец в пустыню. В Аппалачах, Скалистых горах и горах Сьерра-Невада ему могут встретиться вкрапления хвойных лесов, а у тихоокеанского побережья он пересечет узкую полоску лесов умеренного пояса.

Но и после разбивки области на биомы мы видим, что территория, занимаемая каждым из биома, еще слишком велика и разнородна, чтобы быть удобным объектом для изучения экологических взаимоотношений между живыми существами. Например, лиственные леса, простирающиеся от района южнее Нью-Йорка до юга Аппалачей и состоявшие в основном из дуба и каштана (пока последний не был в значительной степени погублен болезнью, вызываемой паразитическим грибом), существенно отличаются от лиственных лесов штатов Миссури и Арканзас, основными породами которых являются дуб и американский орех (гикори). При этом различия касаются не только древесных пород, но и других растений, а также животных, населяющих эти леса.

Далее, обратясь, например, к зоне дубово-каштановых лесов, мы обнаружим, что и она все еще представляет собой объект, слишком разнородный для детального исследования. Даже различные участки одной и той же горы в зависимости от условий — температуры и влажности, крутизны склонов, их северной или южной экспозиции, высоты, почвенных или привнесенных человеком факторов — могут быть покрыты еловым лесом, лугом, кустарником, дубовой рощей и т. п., в совокупности образующими сложную мозаику микроландшафтов. Ясно, что и гору можно разбить на участки, каждый из которых характеризуется определенной, отличной от других расти-

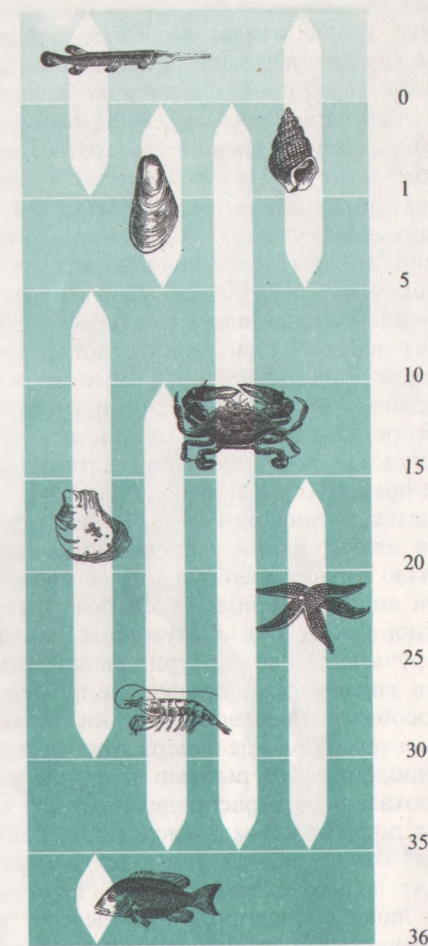
тельностью и, соответственно, животным миром. Но млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся, земноводные, насекомые и другие беспозвоночные, обитающие на таком участке, связаны друг с другом тонкими экологическими взаимоотношениями и составляют биотическое сообщество. Местообитанием такого сообщества — или даже отдельного организма — называется совокупность всех внешних факторов, на него воздействующих. Именно на этом уровне и начинаются, наконец, проявляться взаимодействия таких факторов, как климат, убежище, пища и конкуренция. Каждый такой участок характеризуется определенным сообществом и свойственным ему местообитанием, которые и составляют «адрес организма», дом, в котором он живет.

Взяв отдельное местообитание и населяющее его сообщество, мы можем определить, почему живые существа выбирают то или иное место для жизни. Животное с высокоспециализированным пищевым рационом может жить только там, где есть подходящая для него пища. Австралийские коалы питаются исключительно листьями эвкалиптов и потому обитают лишь там, где растут эти деревья; большая азиатская панда встречается там, где растет бамбук. В других случаях связь животного с его местообитанием может быть более сложной. Общеизвестно, что белый полярный медведь водится только во льдах Арктики. А почему бы ему не жить и в холодной Антарктике?

Жаркий климат тропического пояса сам по себе не может быть причиной, препятствующей его проникновению в Южное полушарие, поскольку в зоопарках всего земного шара белые медведи чувствуют себя отлично. Важнее то, что в Арктике белый медведь приспособился к вполне определенному комплексу условий: он живет только там, где одновременно есть холодная вода, соответствующая пища (питается он в первую очередь тюленями, а также молодыми моржами, рыбой и выброшенными на мель китами) и дрейфующие льды. Там, где хоть одно из этих трех условий отсутствует, нет и медведей. В Антарктике все эти условия есть, но попасть туда белый медведь не может, поскольку путь в Антарктику лежит через тропики, где нет ни холодной воды, ни дрейфующих льдов.

Куда ни взглянешь, везде — на суше, в открытом море, в прибрежных водах — живые существа занимают только те места, где условия для их жизни оказываются подходящими. Часто равновесие между организмом и окружающей его средой сохраняется и при некотором изменении внешних условий, но иногда это изменение оказывается резким. Как только условия в местообитании изменяются, меняется и состав населяющего его

СОЛЕННОСТЬ, ПРОМИЛЛЕ



ЗОНАЛЬНОСТЬ В ЭСТУАРИЯХ

Эстуарий — место, где пресная речная вода вливается в соленую морскую и перемешивается с ней приливами, — распадается на ряд местообитаний, отличающихся различной степенью солености воды. Степень солености обуславливает образование хотя и невидимых, но вполне определенных границ обитания различных живых существ, населяющих эстуарии. Так, например, американская панцирная щука может жить только в совершенно пресных участках рек, а защищенные раковинной пресноводные моллюски способны существовать и в солоноватой воде. Мидии обитают лишь в очень узком интервале солености, тогда как крабы, устрицы и креветки приспособлены к значительным ее колебаниям. Морские звезды выносят воду с соленостью менее 1,5%, а лотуианусы обитают только в открытом море.

сообщества. Вот что произошло, когда часть африканской саванны, южнее озера Эдуард в Конго, была включена в состав национального парка Киву. Раньше всю эту территорию покрывали низкие травы и там водилось множество антилоп и хищников, тесно связанных со своим местообитанием. Однако выжигание степей туземцами, пресекавшее рост деревьев, было запрещено, к тому же массовые налеты саранчи опустошили пастбища. В результате на месте травяного покрова быстро возникли густые заросли кустарников — и изменилось население млекопитающих. За какие-нибудь девять лет численность двух видов антилоп упала с 25 000 до 4200 животных и соответственно уменьшилось количество львов и гиен. Рост деревьев благоприятствовал процветанию слонов — их численность заметно возросла. Стада слонов вторглись в парк и уничтожили деревья. В результате снова появились травы. Круг замкнулся — численность антилоп возросла и достигла прежнего уровня.

Что касается пресноводных рыб, то их местообитания в значительной степени определяются потребностью в растворенном в воде кислороде. Некоторым видам, например гольцам, требуется много кислорода, и они вынуждены обитать в верховьях ручьев, где вода, бурля между камней, насыщается кислородом; другие, например карповые, способны существовать в низовьях рек с медленным течением, где содержание кислорода ниже. Наблюдения над рыбами в одной из рек Флориды показали, что распределение рыб точно отвечает их потребностям в кислороде. Река эта берет начало от двух ключей, и в тех местах, где они выходят на поверхность земли, вода почти полностью лишена кислорода — содержит всего одну пятую часть кислорода на миллион частей воды. Здесь живут только два вида гамбузий, молли и мельчайшие карпозубые рыбки. Несколько ниже по течению содержание кислорода в воде увеличивается за счет его поступления из атмосферы и в результате жизнедеятельности водных растений примерно до одной части на миллион. К местообитанию с таким содержанием кислорода приспособилась другая карпозубая рыбка, нотропис; виды, живущие у самых истоков, здесь уже отсутствуют. Вниз по течению содержание кислорода постепенно возрастает, и различные виды рыб сменяют друг друга в соответствии с их потребностями в кислороде. И лишь когда содержание кислорода достигает 1,3—2 частей на миллион, в реке появляются большеротый черный окунь, ушастый окунь и щука.

Место, которое животное занимает в сообществе, его связи с местообитанием, его пища, партнеры и враги — все это вместе взятое называется его экологической нишей. В процессе эволю-

ции животные обычно все более приспосабливаются к своим нишам. Это хорошо видно на примере строения ног у птиц. Образ жизни птицы — разгребает ли она землю в поисках семян, подобно куриным, или, как орел, хватает когтями добычу, плавает ли, как утка, ходит по дну, как цапля, или цепляется к стволам деревьев, как дятел, — всегда определяет расположение пальцев, длину голени, оперенность ног и т. п.

Для каждого отдельного животного основной микроклимат его ниши несравненно важнее климата в том смысле, какой вкладывают в это понятие метеорологи. Атмосферные условия на высоте немногим больше метра над поверхностью земли уже почти не затрагивают мелких лесных грызунов; гораздо важнее для них температура, влажность и освещенность на почве, в тени кустарников и трав. Небольшие вариации микроклимата существуют даже в пределах одной экологической ниши, и чем мельче животное, тем они для него заметнее. Обращенная к солнцу скала, защищая от ветра, отдавая накопленное за день тепло и т. п., может оказывать на растущие поблизости растения столь же заметное влияние, как, например, горные цепи — на жизнь человека. Именно поэтому тропические растения в укромных уголках северных садов погибают от мороза на несколько недель позже, чем такие же растения на открытых, незащищенных участках.

На первый взгляд, казалось бы, какое человеку дело до того, что тот или иной вид предпочитает жить у солнечной или, наоборот, у затененной стороны скалы, что разные роды каких-то там моллюсков находят свои экологические ниши на одном и том же каменистом берегу всего лишь в нескольких сантиметрах друг от друга? Однако от присутствия или отсутствия в данной нише определенной жизненной формы зависит процветание или, наоборот, упадок других экологических связанных с ней форм, а последние в свою очередь оказывают влияние на существование остальных видов. Нет таких организмов, которые не подвергались бы воздействиям со стороны внешней среды и сами не оказывали бы влияния на свое окружение. В настоящее время становится все более ясным, что в паутину, сплетенную из бесчисленных экологических связей между различными видами, вовлечено и человечество тоже. «Я не представляю себе, — пишет известный эколог Маретон Бейтс в книге «Лес и море», — как человек может наслаждаться миром, свободой и радостью, разрушая природу и создавая эгоистический и искусственный мир, в центре которого ставит самого себя. Я верю в будущее человека, верю в огромные возможности человека, но вера эта основана на том, что человек составляет часть природы; это вера в то, что человек всегда будет живым среди живых, а не уничтожит все живое».



Одиноко стоящие деревья способны выдерживать долгие периоды засухи, характерные для тропических саванн Африки, Юж-Америки и Австралии.

НАША МНОГОЛИКАЯ ПЛАНЕТА

В немногих исключениях, области распространения наземных растений и животных обычно весьма ограничены. Причиной этого являются многие факторы, в том числе и физические барьеры: горные хребты, моря, реки. Однако не менее важны и другие, невидимые факторы — климатические барьеры, определяющие растительное и животное население и даже внешний облик огромных территорий.

География жизни

Когда в XIX веке в связи с многочисленными зоологическими открытиями ученые проанализировали огромный материал по распространению животных на суше, обнаружилась поразительная вещь: оказалось, что области обитания самых различных животных как бы сгруппированы в крупные географические единицы. Правда, существуют животные, которые обитают одновременно в разных частях света, однако каждой из географических единиц присущи виды, не встречающиеся больше нигде: в Австралии, например, много сумчатых, а для Южной Америки характерны такие странные млекопитающие, как ленивцы и родственные им муравьеды. Эти единицы оказались столь четко очерченными, что стало возможным разделить весь земной шар на шесть больших зоогеографических областей, причем границы между этими областями с тех пор подверглись лишь незначительным изменениям.

Зоогеографические области примерно совпадают с континентами. Различия в их фауне в значительной степени определяются существованием физических преград, мешающих расселению животных, — горных хребтов, рек и морей — и отсутствием связей между континентами, особенно в далеком прошлом. Так, например, хотя в наше время Северная и Южная Америка соединены Панамским перешейком, фауна Северной Америки имеет гораздо больше общего с фауной северной части Азии, с которой она раньше была связана перешейком, существовавшим на месте теперешнего Берингова пролива. С другой стороны, Южная Америка в течение примерно 15 миллионов лет представляла собой изолированный континент вроде Австралии, и фауна, сложившаяся на нем, была очень своеобразна. Когда возник Панамский перешеек, оказалось возможным расселение животных из Северной Америки в Южную и наоборот. Тапиры, например, покинули свою родину — Северную Америку — и переселились на юг, где обитают и по сию пору. В настоящее время они встречаются только в Центральной Америке и в удаленной от нее на многие тысячи километров Юго-Восточной Азии, куда они попали через давно уже не существующий арктический мост.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ПОЛУШАРИЯ

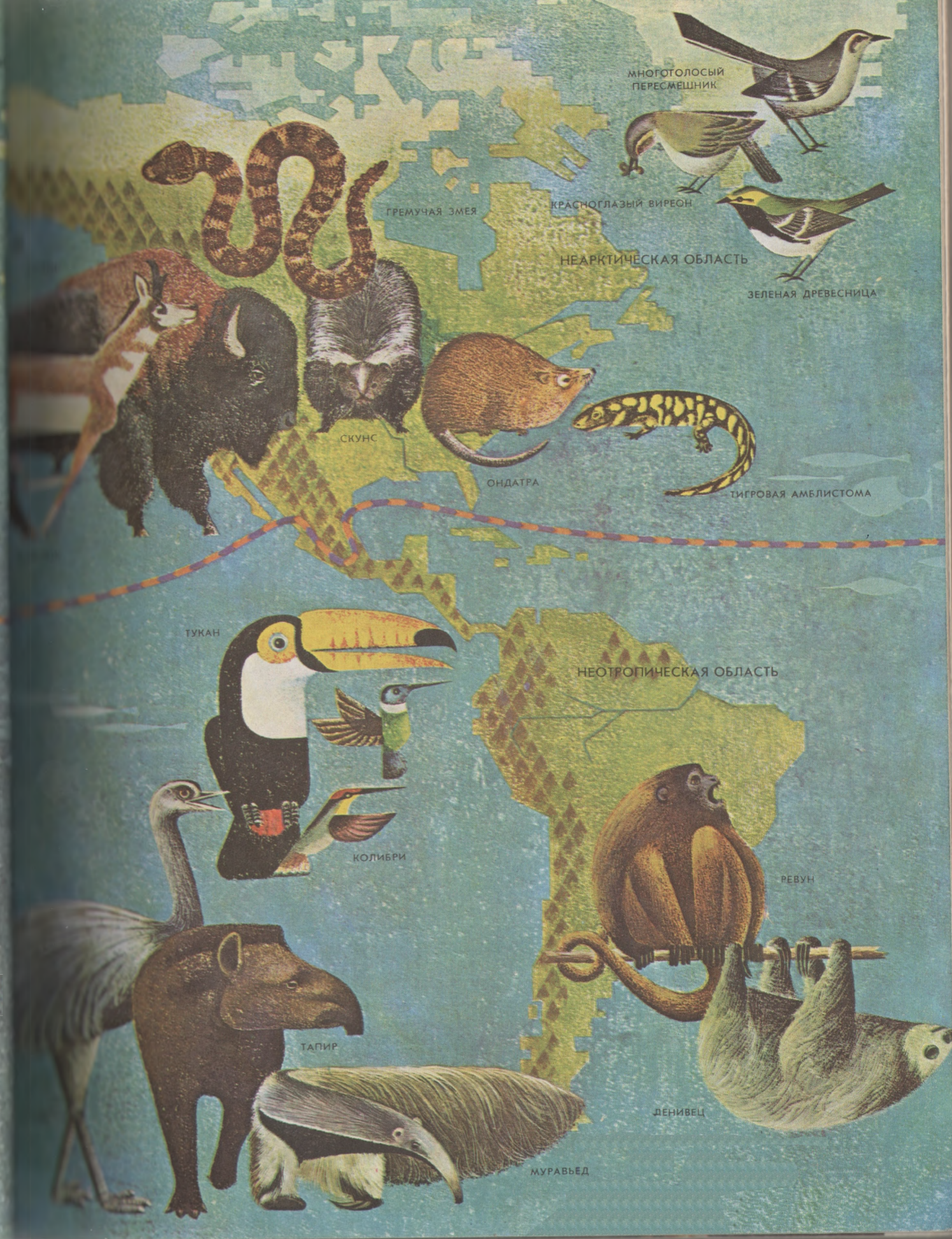


ДИКАЯ ИНДЕЙКА



МОРСКАЯ СВИНКА

ТИНАМУ



МНОГОГОЛОСЫЙ ПЕРЕСЕЛЩИК

КРАСНОГЛАЗЫЙ ВИРЕОН

НЕАРКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

ЗЕЛЕНАЯ ДРЕВЕСНИЦА

ГРЕМУЧАЯ ЗМЕЯ

СКУНС

ОНДАТРА

ТИГРОВАЯ АМЕЛИСТОМА

ТУКАН

НЕОТРОПИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

КОЛИБРИ

РЕВУН

ТАПИР

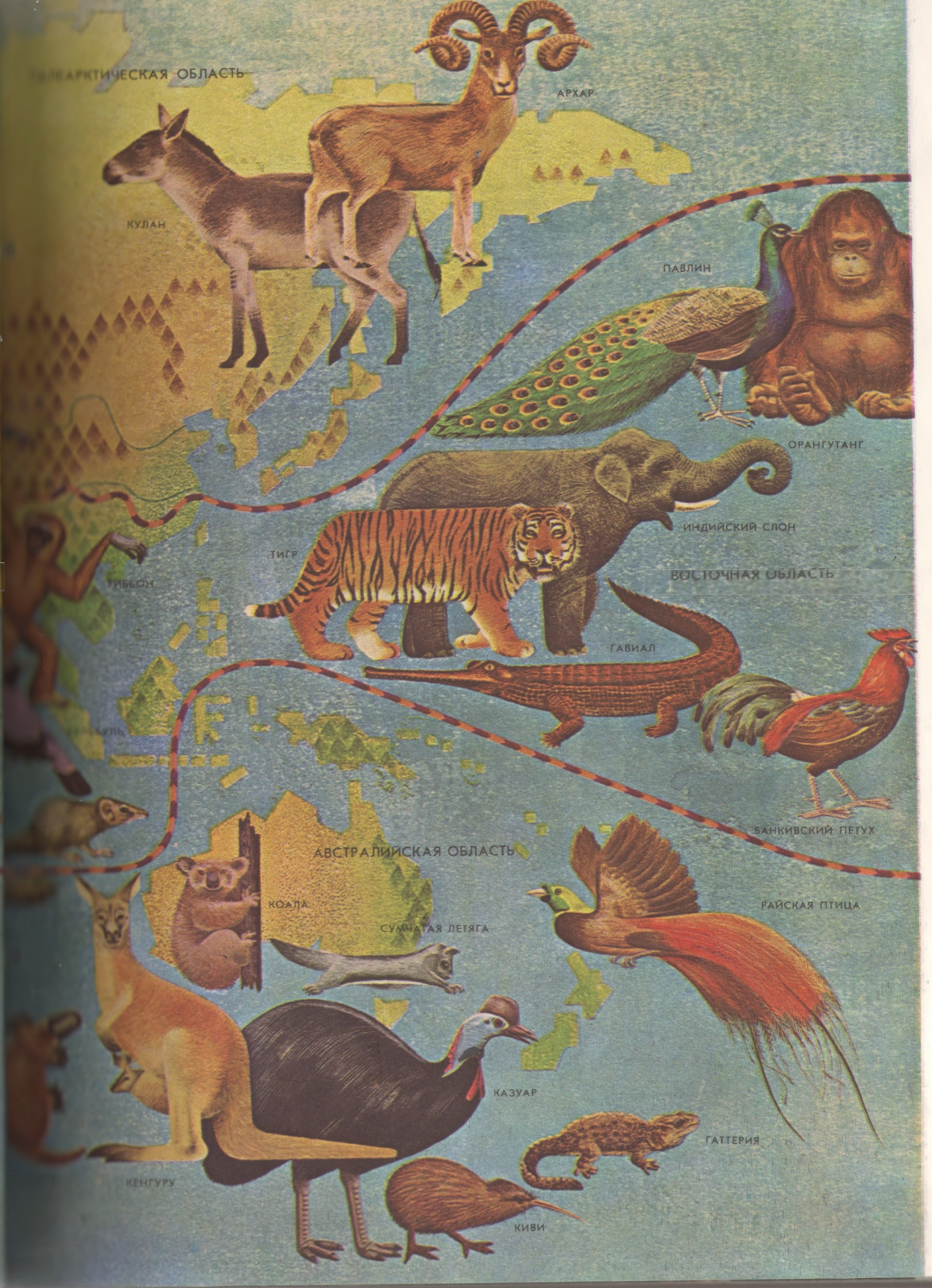
ДЕНИВЕЦ

МУРАВЬЕД

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ
ВОСТОЧНОГО ПОЛУШАРИЯ



ПАЛЛАРКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ



Биомы

Почему животные обитают в тех или иных определенных местностях, а не где-либо еще? Выделение зоогеографических областей еще не дает полного ответа на этот вопрос, поэтому полезным оказывается понятие биома, подразделения более мелкого. В биоме, представляющем собой область с определенными климатическими условиями и определенным набором доминирующих типов растений и животных, экологические взаимосвязи могут изучаться непосредственно. Так, например, изучение биома хвойного леса показало, что доминирующие в нем вечнозеленые древесные породы, лучше других приспособленные к улавливанию и использованию солнечного света, влаги и минеральных питательных веществ в суровых климатических условиях, являются фактором, лимитирующим рост других типов растений, и оказывают наиболее сильное влияние на популяции животных.

ХВОЙНЫЙ ЛЕС

Молодые ели и пихты, растущие под пологом лиственных деревьев, быстро подрастают и начинают вытеснять последних. Вечнозеленые хвойные деревья доминируют в биоме, широкой лентой (600—1200 километров) опоясывающем Канаду, Аляску и Евразию. На юге хвойные леса покрывают склоны высоких гор. На севере этого пояса водятся лоси, в горах запада Северной Америки — чернохвостый олень (нижняя фотография). Клюв клеста-еловика приспособлен к вытаскиванию семян из шишек, и эта птица не может обитать нигде, кроме хвойных лесов.



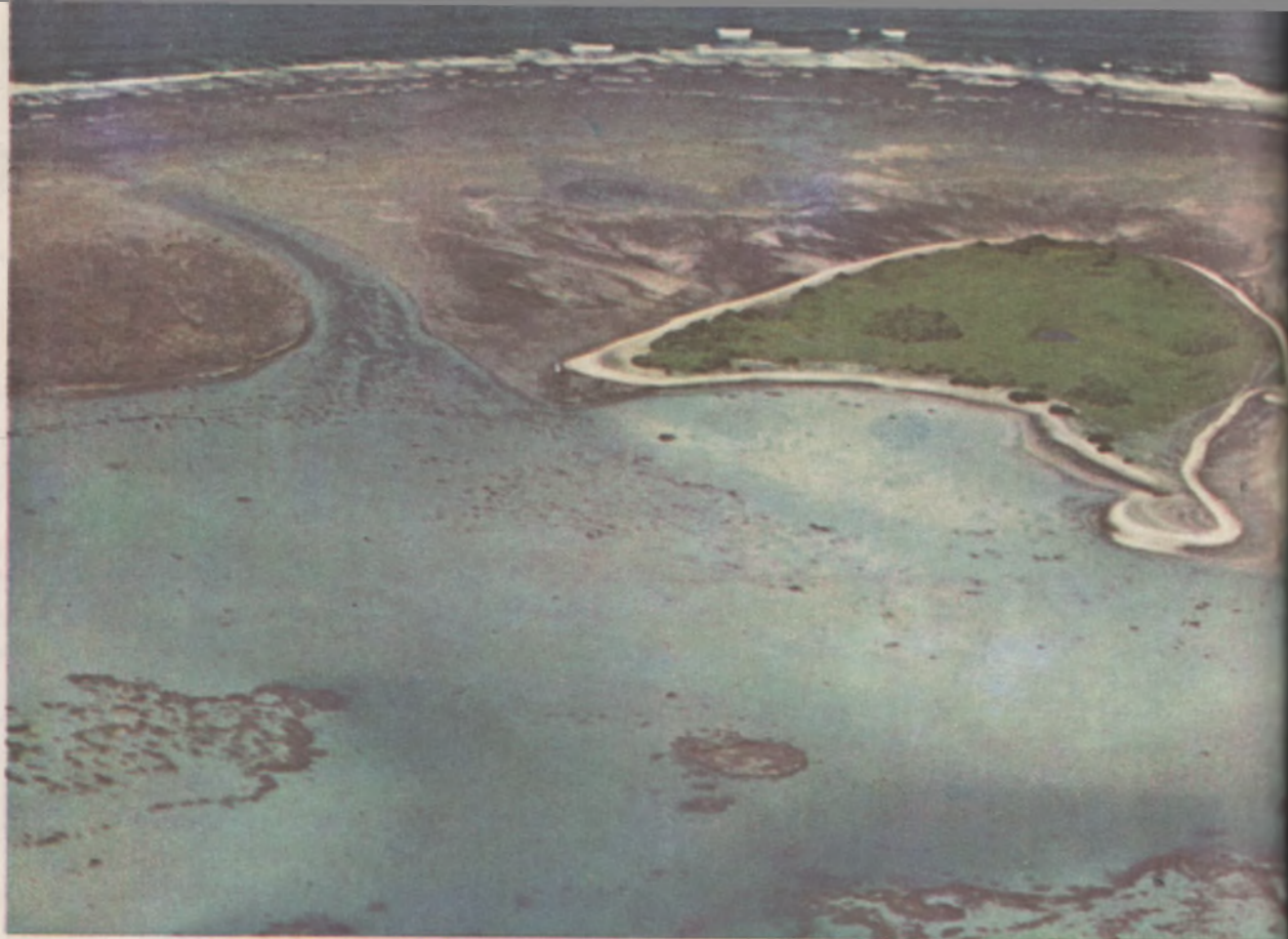


ШИРОКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА УМЕРЕННОГО ПОЯСА

В умеренном поясе, где жаркое лето сменяется холодной зимой и где всегда достаточно воды, естественным растительным покровом являются леса, причем леса определенного типа. К существованию в таких условиях приспособлены деревья, сбрасывающие на зиму листву: дуб, клен, бук и другие. Плотные кроны этих деревьев определяют весь ход жизни под их пологом, поэтому в широколиственных лесах востока Северной Америки, запада Европы и восточной Азии встречается много растений и животных, общих для всего умеренного пояса Северного полушария.

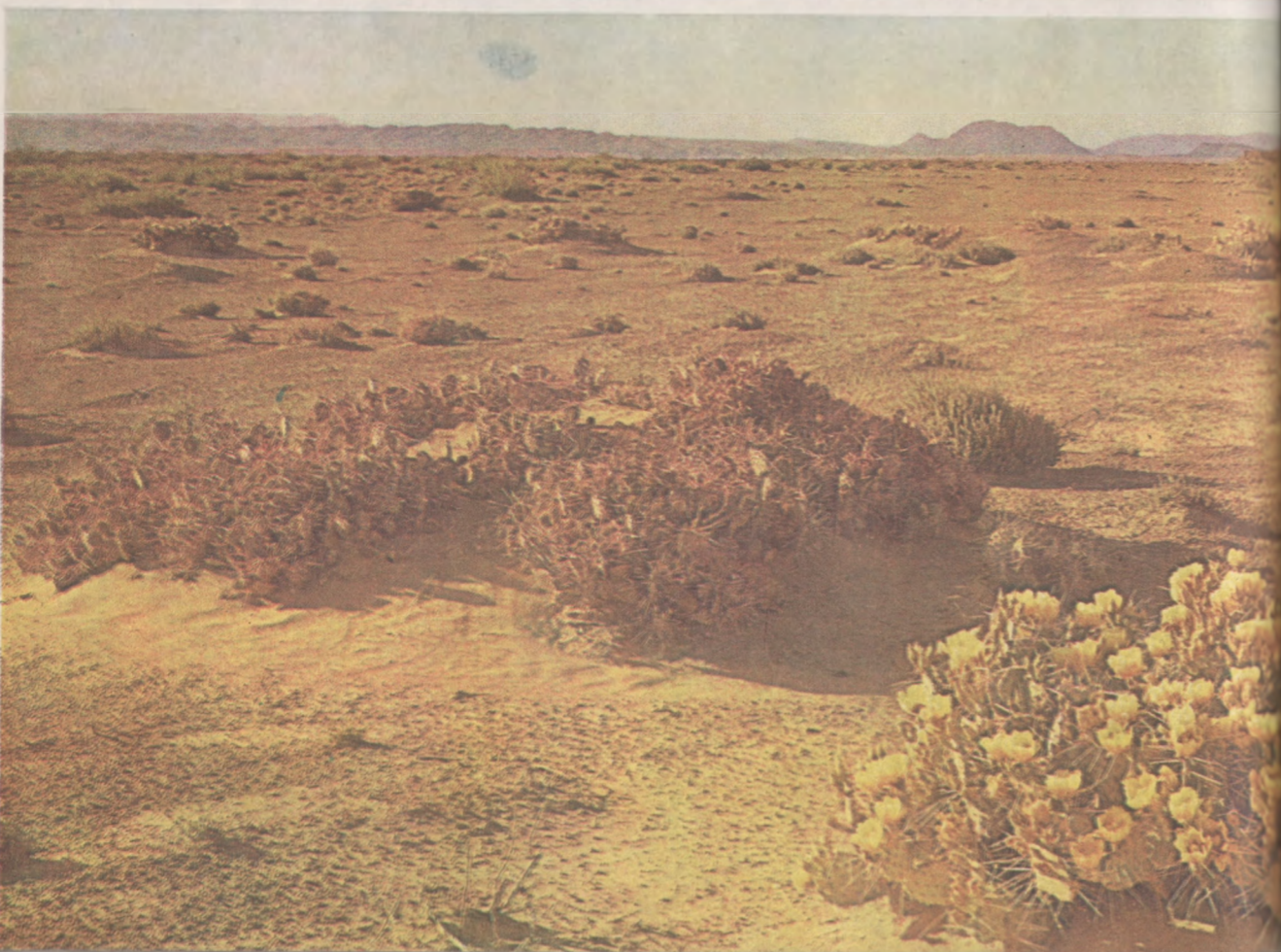
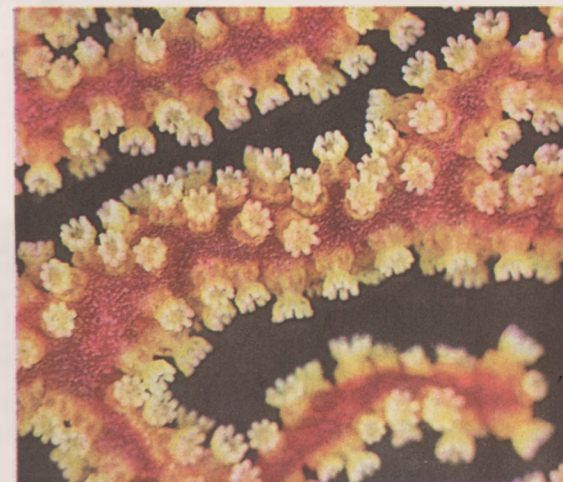
ТРОПИЧЕСКИЙ ЛЕС

Залитые щедрым солнцем и напоенные обильными ливнями зеленые заросли гор Бразилии хотя и характерны для тропического пояса, однако представляют собой лишь один из типов тропических лесов. Отличительной чертой тропических лесов в Южной Америке, Азии или Африке является их многоярусность — иногда до пяти ярусов. Каждый ярус, образованный кронами многих видов деревьев и кустарников, является местом обитания растений (от папоротников нижнего яруса до надземных эпифитов) и животных, приспособленных к существованию в условиях именно этого яруса, отличных от условий выше- и нижележащих ярусов.



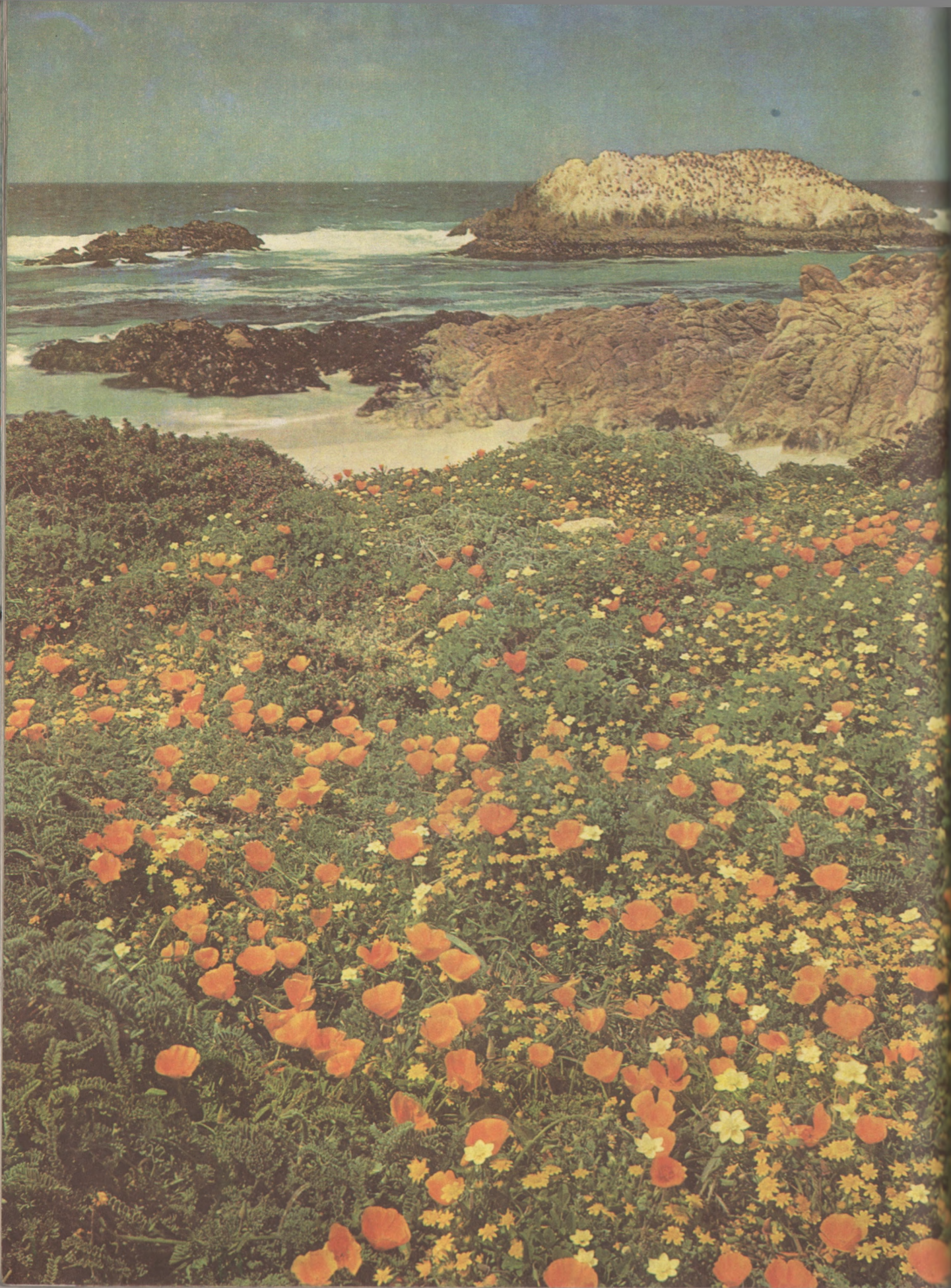
РИФ

Кишащий жизнью, окрашенный в яркие сине-зеленые тона риф — это настоящий райский уголок. Рифы, в частности изображенный здесь участок Большого Барьерного рифа Австралии, возникают на прогреваемых солнцем мелководьях из известковых скелетов кораллов, изображенных на нижнем рисунке. Риф представляет собой целостный биоценоз, в состав которого входит множество различных растений и животных, начиная от водорослей и кончая стайками ярко окрашенных мелких рыбок, служащих добычей как рыбацким птицам, так и крупным глубоководным рыбам.



ПУСТЫНЯ

Полной противоположностью рифу является пустыня: редкие куртинки растительности среди залитых солнцем песков. Пустыни занимают около одной пятой поверхности суши. Пустынные растения под влиянием климата утратили листву и приобрели жесткую кожуру. Это уменьшает испарение и помогает им противостоять жаре. Крупные млекопитающие здесь редки, зато птицы и грызуны, подобные пустынным горлицам и песчанкам, многочисленны. Многие из них ведут ночной образ жизни. Ночь приносит с собой спасительную темноту, прохладу, а часто и росу.



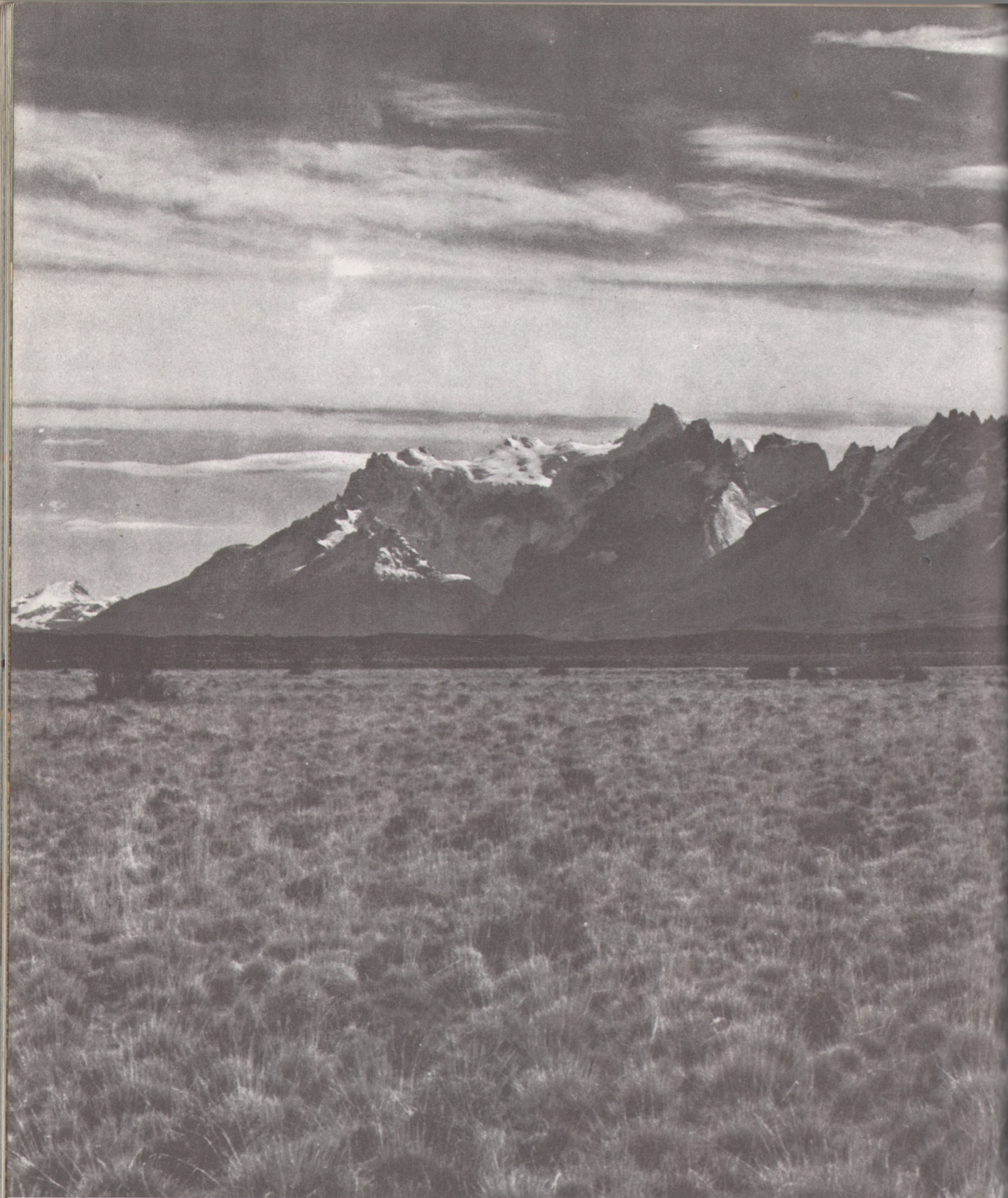
ТУНДРА

Большой северный олень-карибу — одно из самых крупных животных, приспособившихся к жизни на Крайнем Севере, в канадской тундре. Тундра начинается там, где кончаются леса, и простирается на север до вечных снегов и льдов Евразии и Северной Америки. В несколько видоизмененной форме тундра существует и на высокогорьях. Основная растительность — мхи, лишайники и травы, покрывающие землю в течение короткого лета, за которое никогда не успевает полностью оттаять подпочвенный слой. Эти растения служат пищей карибу; сами карибу становятся добычей волков (фотография справа).



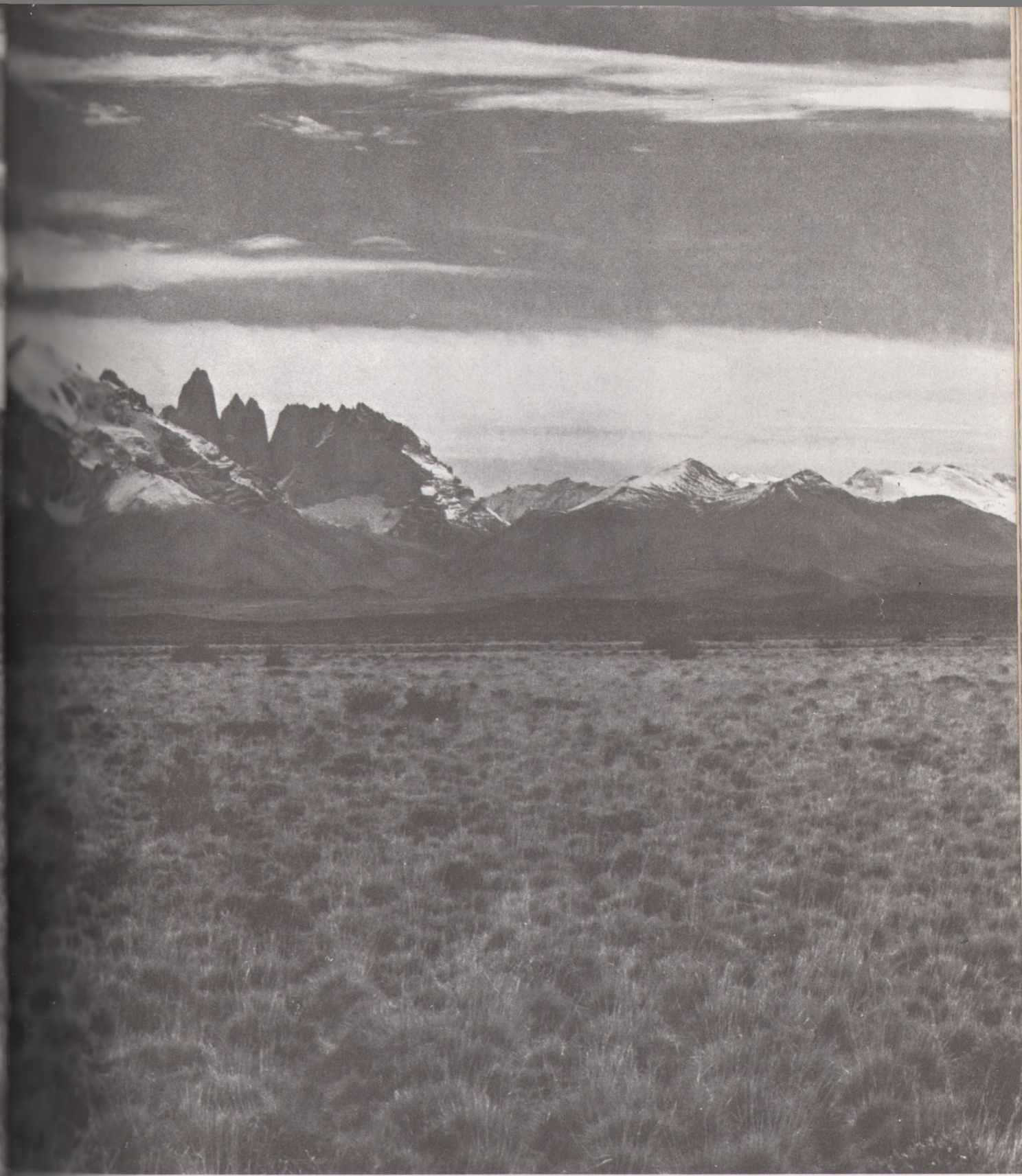
КАМНИСТЫЙ БЕРЕГ

Вместо ковра цветов начинается скалистый берег, биом с особыми условиями. Заливаемый волнами, открытый ветрам и солнечным лучам, он тем не менее богат жизнью. Этот биом делится на зоны — от высшего уровня воды до низшего — делают обычно две большие зоны. Улитки предпочитают верхнюю зону, водоросли — среднюю и основная масса бурых водорослей — среднюю, зеленые — точечную, а ламинарии с длинными стеблями и ленточными «листьями» — нижнюю. Такое предпочтение объясняется устойчивостью соответствующих организмов к воздействию солнечных лучей.



СТЕПЬ

Море трав, раскинувшееся вплоть до далеких гор, служит типичным примером степного биома, часто встречающегося в глубине континентов. Решающим фактором существования степей является климат: осадков недостаточно для роста деревьев, но вполне достаточно для того, чтобы предотвратить



образование пустынь. В результате по мере уменьшения уровня осадков фоновыми в степи оказываются высокие, средние или низкие травы. В США в соответствии с количеством выпадающих осадков травостой прерий становится все более низким по мере продвижения на запад, к Скалистым горам. Почвы степей с высокими травами особенно богаты гумусом, поскольку к

концу лета травы погибают и быстро разлагаются. Земледелие и животноводство погубили большую часть степей. К настоящему времени уцелело лишь несколько крупных массивов. В прежние времена в степях и прериях паслись огромные стада травоядных млекопитающих и кормились колонии грызунов, подобных луговым собачкам.

ОКЕАН

Огромный, кажущийся малонаселенным океан в действительности представляет собой гигантское вместилище живого — в том числе мириадом неразличимых человеческим глазом растений и животных. Эти крошечные, едва передвигающиеся или пассивно плавающие организмы — планктон — представляют собой одно из основных звеньев цепи питания. В совокупности с nekтоном, или свободно движущимися организмами, — рыбами, кальмарами, китами, тюленями, дельфинами и рыбообразными птицами — планктон образует океанический планктонно-нектонный биом. Состав различных сообществ определяется здесь такими факторами, как освещенность, давление, температура, соленость и содержание кислорода в воде. Океан, будучи практически еще недостаточно исследованным источником пищи для человека, более чем какой-либо другой биом привлекает к себе внимание экологов.



Песчаная скала покрыта гроздьями морских желудей, кону-
льные фимики которых, затвердевая и обызвестляясь,
образуют очень прочную поверхность. Во время прилива домики
поднимаются и обитающие в них рачки втягивают воду вместе
с пищей.

2

Сосуществование в сообществах

Через Дарвин в качестве примера того, «как растения и животные, распо-
ложенные на далеко отстоящих ступенях органической лестницы, бываю-
т оплетены сетью сложных взаимных отношений»*, подробно рассматри-
вает связь лугового клевера и опыляющих его насекомых — шмелей. Этот
пример ныне стал классическим.

Дарвин обнаружил, что шмели с их длинным хоботком — единственные
насекомые, которые способны эффективно опылять глубокие трубчатые цвет-
ки красного клевера. Из этого он сделал вывод, что распространенность крас-
ного клевера в Англии объясняется обилием шмелей. При этом, ссылаясь на
одну из энтомологических работ, он указывает, что чаще всего гнезда шмелей
встречаются вблизи городов и деревень, где их меньше разоряют полевки,
поглощающие личинок и куколок. Почему же в окрестностях городов и деревень
мало полевков? Да потому, что там много кошек, которые сильно снижают
численность популяций полевков. Один немецкий ученый продолжил это рас-
суждение следующим образом: если доказано, говорил он, что кошки от-
ветственны за распространенность в Англии клевера — основного корма
крупного рогатого скота, а клевер экологически связан с британским морским
рыболовом, поскольку говядина — основная пища моряков, то, следовательно,
кошкам принадлежит главная заслуга в том, что Британия является великой
морской державой. Следующий шаг сделал Томас Хаксли: он утверждал
— отчасти в шутку, — что поскольку кошек в Англии в основном держат
старые девы, то британское могущество может быть логически — и экологи-
чески — выведено из «кошколюбия» многочисленных английских старушек.

Эта история при всей ее несомненной анекдотичности тем не менее хорошо
иллюстрирует существование далеко идущих экологических связей между
растениями и животными, на первый взгляд не имеющими ничего общего.

* Ч. Дарвин. Происхождение видов, М., 1952, стр. 134. — Прим. ред.

Поразительное разнообразие живых существ в сообществе, утонченность их адаптаций, их бесконечно загадочное поведение — все это в конечном счете сводится к получению каждым организмом своей доли энергии из пищи, поток которой течет от одного члена сообщества к другому. Лес может показаться неподвижным, а спокойная поверхность пруда возмущается лишь жуками-плавунцами да всплесками рыбы, однако и в том и в другом случае за внешней неподвижностью скрывается напряженная работа, в которой участвуют все члены сообществ, производя или потребляя энергию.

Энергия солнечного луча, падающего на верхушки деревьев или на поверхность пруда, улавливается зелеными растениями — будь то огромные деревья или крошечные водоросли — и используется ими в процессе фотосинтеза для своего роста. Именно процесс фотосинтеза делает солнечную энергию доступной для сообщества. Хотя при этом на рост, развитие и размножение растений идет много солнечной энергии, однако большая ее часть просто рассеивается. Зато энергия, заключенная в растениях, в свою очередь становится источником энергии для тех, кто питается растениями, то есть в конечном счете для всего сообщества. Поэтому растения и называют производителями органического вещества, или продуцентами. Олень, объедающий почки и молодую кору с деревьев, уже будет первым потребителем этих веществ и заключенной в них энергии, или первичным консументом. Конечно, передвигаясь от дерева к дереву и стараясь дотянуться до веточек, он теряет энергию, но получает при этом гораздо больше, чем расходует, и, накапливая таким образом в себе энергию, превращается в источник ее для следующего потребителя. Какой-нибудь крупный хищник, например пума, является вторичным консументом, поскольку, пожирая оленя или какое-либо другое травоядное, получает энергию, так сказать, из вторых рук. Когда пума подохнет, какое-то количество содержащейся в ней энергии может перейти в зоб грифу, однако большая часть, по всей видимости, попадет в почву. Там бактерии и грибы разлагают труп, превращая его в необходимые растениям простые питательные вещества. Выросшие на этих удобрениях растения осуществляют процесс фотосинтеза, и круг, таким образом, замыкается.

Каналы, по которым течет через сообщество этот постоянный поток энергии, называются цепями питания. Правда, цепь — не очень удачный термин, поскольку подразумевает последовательно соединенные звенья, тогда как в действительности взаимоотношения типа «кто кого ест» могут быть крайне сложными. Какой-нибудь жук питается различными растениями; этот жук может служить пищей для многих птиц, пауков

или хищных насекомых; у этих хищников в свою очередь могут быть враги, каждый из которых представляет собой звено цепи питания. Правильнее сказать, каждое звено — это своего рода трансформатор, использующий некоторую часть энергии, первоначально накопленной растениями, для своего собственного существования и размножения и передающий ее следующему звену цепи. В густом лесу и на кишачем жизнью коралловом рифе цепи питания фантастически сложны и запутаны, но в более бедных местообитаниях, например в пещерах, их легко проследить, и потому они более удобны для изучения основных принципов их функционирования.

Самые многочисленные обитатели пещер — чаще всего летучие мыши, которые проводят в пещерах светлое время суток или используют их как место зимней спячки. Летучие мыши прицепляются к потолку пещеры, и пол, над которым они висят, постепенно покрывается толстым слоем помета. Помет летучих мышей богат питательными веществами, и поэтому, несмотря на очень слабое освещение, в пещерах могут расти некоторые низшие растения — плесень, мхи, лишайники. Эти растения служат пищей многим различным насекомым. Одно из наиболее распространенных пещерных насекомых — это так называемый настоящий кузнечик, нередко обитающий в погребах и подвалах домов. Из других беспозвоночных в пещерах встречаются ногохвостки, жуки, ночные бабочки, губоногие, сенокосцы, клещи и пауки, причем все они питаются либо скудной пещерной растительностью, либо друг другом. Кроме них в пещере обитают еще различные паразиты летучих мышей — слепые и бескрылые родичи клопов и разнообразные мухи. Существование этого маленького сообщества зависит, по данным последних исследований, от присутствия в пещере летучих мышей. Летучие мыши являются связующим звеном с внешним миром, так как именно они поставляют в пещеру энергию, получаемую от насекомых, которых поедают во время своих ночных вылетов. Если летучие мыши среди лет покидают пещеру и переселяются в дупла деревьев или впадают на зиму в спячку и перестают питаться, то прекращается и накопление помета. В результате приостанавливается рост плесени, погибают от голода кузнечики и другие растительноядные беспозвоночные, а вслед за ними — пауки и прочие хищники. Поскольку летучие мыши не поставляют больше энергии в этот лишенный солнечного света мир, пещерное сообщество постепенно погибает.

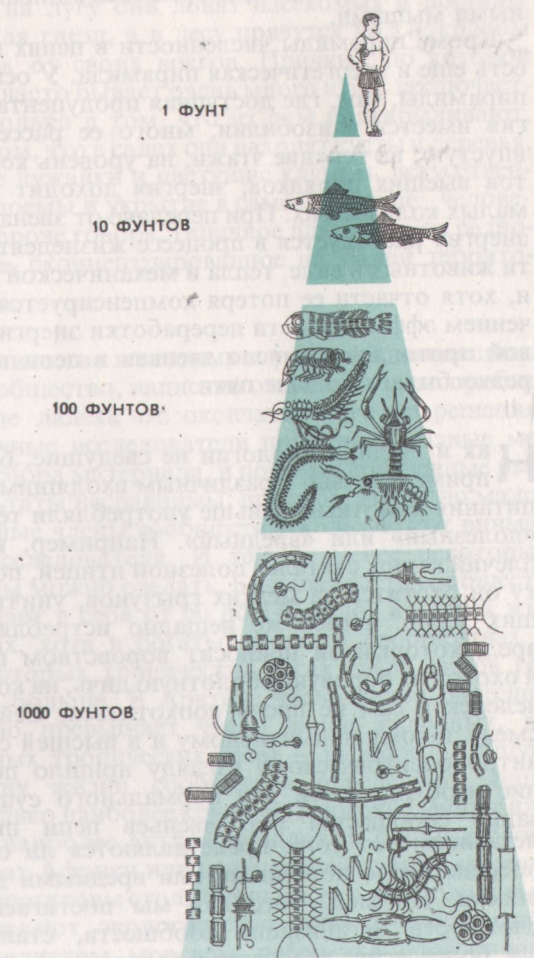
В действительности даже в маленькой пещере с, казалось бы, простым сообществом цепи питания много сложнее, чем только что описанные. Существуют неучтенные нами факторы, ус-

ложняющие общую картину. Некоторое количество энергии, например, привносится в пещеру ливнями и ручейками в виде частиц органической материи (частиц растений, произраставших на свету). Иногда, иногда укрывающиеся в пещере, часто находят сухие семена и споры бактерий и грибов. Это сильно упрощает положение и отвлекаясь от сложного переплетения различных взаимодействий, можно выделить три первичные цепи питания: одна хищников идет от растений-продуцентов обычно к мелким растительноядным животным и далее к более крупным хищникам; цепь паразитов — от крупных животных к более мелким, паразитирующим на них и использующим их в качестве источника энергии, и цепь сапрофитов, которая приурочена главным образом к почве и берет от останков растений и животных к микроорганизмам. Эти цепи, достаточно сложные сами по себе, сплетаясь, образуют запутанные сети из множества сцепленных между собой нитей. Фактически выделить в сообществе отдельные цепи питания невозможно, поскольку каждое звено цепи прямо или косвенно связано с животными и растениями, которые входят в другие цепи питания.

При исследовании растений и животных, образующих цепи питания, очень скоро обнаруживается, что эти цепи можно представить в виде так называемой пирамиды численности. В основании пирамиды лежит масса растений-продуцентов, выходящая несколько меньшее количество растительноядных существ, следующий ярус занимает еще меньшее число первичных хищников и, наконец, на вершине пирамиды находятся совсем немногочисленные вторичные хищники. На вершине пирамиды стоят наиболее крупные в сообществе животные. Первичные консументы — животные, находящиеся у самого основания пирамиды, — это обычно самые мелкие, но зато самые многочисленные члены сообщества. Например, для того чтобы сообщество могло прокормить одного хищника на вершине пирамиды пекана*, требуется по крайней мере несколько американских куниц, на которых он мог бы охотиться; чтобы прокормить этих куниц, нужно довольно много белок; белкам же в пищу требуется колоссальное количество орехов.

Пекан или какой-либо другой хищник обычно не исчерпывает своих пищевых ресурсов, поскольку популяция жертв растет, как правило, быстрее популяции хищников. В саваннах Африки пасутся огромные стада зебр и антилоп, несмотря на многочисленные львов, обитающих там же. Такое же соотношение количества мышей и кошек — жертв и хищника — устойчиво поддерживается в сабарах, за исключением того случая, когда фермер, желая свести численность мышей к мини-

* Пекан — крупная американская куница. — Прим. ред.



ПИЩЕВАЯ ПИРАМИДА

Человек, являющийся последним консументом морской цепи питания, находится на вершине пирамиды. В основании пирамиды лежит растительный планктон — продуценты, улавливающие в процессе фотосинтеза солнечную энергию. Растительный планктон представляет собой пищу мелких животных, занимающих следующий этаж пирамиды, а те в свою очередь поедаются рыбами. При переходе от этажа к этажу происходит потеря $\frac{9}{10}$ живого веса. Так, из 1000 фунтов растительного планктона можно получить 100 фунтов животного планктона и соответственно 10 фунтов рыбы — количество, необходимое человеку, чтобы прибавить в весе на 1 фунт.

муму, обзаводится таким количеством кошек, что они уже не могут прокормиться одними амбарными мышами.

Кроме пирамиды численности в цепях питания есть еще и энергетическая пирамида. У основания пирамиды, там, где доступная продуцентам энергия имеется в изобилии, много ее рассеивается впустую; на верхние этажи, на уровень консументов высших порядков, энергия доходит в очень малых количествах. При передаче от звена к звену энергия расходуется в процессе жизнедеятельности животных в виде тепла и механической работы, и, хотя отчасти ее потеря компенсируется увеличением эффективности переработки энергии в живой протоплазме, число звеньев в цепи питания редко бывает больше пяти.

Как и люди, в биологии не сведущие, биологи применительно к различным входящим в цепи питания животным раньше употребляли термины «полезный» или «вредный». Например, красноплечий канюк считался полезной птицей, поскольку он охотится на мелких грызунов, уничтожающих зерно, ястреб же нещадно истреблялся за вред, который он приносит воровством цыплят и охотой на боровую и болотную дичь, на которую человек и сам не прочь поохотиться. Сейчас на смену такому примитивному и в высшей степени антропоцентрическому взгляду пришло понимание необходимости для нормального существования сообщества всех звеньев цепи питания независимо от того, представляются ли они непосредственно полезными или вредными для человека. По мере того как мы постигаем всю сложность организации сообществ, становится все более ясно, что нельзя делить животных на полезных и вредных, на друзей и врагов.

Превосходной иллюстрацией этому служат многие леса востока Северной Америки. Приняв за аксиому, что деревья человеку полезны, мы с необходимостью заключаем, что цекропия — бабочка, гусеницы которой питаются листвой деревьев, — вид безусловно вредный. А раз так, то логично считать полезными любые виды, питающиеся цекропией. Изучение цекропии показало, что среди питающихся ею видов есть, в частности, шесть видов насекомых и два вида мышей. Мыши же иногда сильно портят молодые побеги деревьев — и в то же время уничтожают вредителя этих деревьев, цекропию. Так в какую же графу их надлежит занести — во вредные виды или в полезные?

Что касается шести видов насекомых, нападающих на гусениц цекропии, то, казалось бы, их можно считать полезными. Но у двух из этих видов есть свои вторичные паразиты, которые, по той же логике, следует отнести к вредным видам. Однако паразитизм — явление сложное:

те же самые вредные вторичные паразиты могут одновременно паразитировать и на других видах вредных с точки зрения человека. Таким образом, паразиты, «вредные» в одних условиях, могут быть «полезными» в других. При еще более углубленном исследовании всей системы взаимоотношений выясняется, что и у этих «вредно-полезных» паразитов есть свои, третичные, паразиты, относительно которых уж совершенно невозможно сказать, полезны они или вредны. Короче говоря, сообщество представляет собой механизм, включающий в себя столько сцепленных друг с другом шестеренок, что совершенно бессмысленно считать какие-то из этих шестеренок вредными или, наоборот, полезными. И тем не менее человек руководствуется именно такими оценками — и опрыскивает ядохимикатами поля и парки, поощряет истребление хищных млекопитающих и птиц, пытается управлять охотничьими угодьями так, чтобы они давали как можно больше дичи. Поступая таким образом, человек причиняет вред самому себе, поскольку сообщество — устройство весьма сложное и тонкое, и воздействовать на него столь грубыми средствами — это все равно что пытаться наладить телевизор, колотя по нему гаечным ключом и рискуя тем самым привести его в полную негодность.

Большинство сообществ непрерывно меняется — не только от сезона к сезону, но и изо дня в день, даже от минуты к минуте. Дневные животные с закатом уступают место ночным, а с рассветом роли снова меняются. Весенние цветы увядают и опадают, на их месте расцветают летние, а потом осенние. Некоторые животные в определенные часы и в определенное время года полностью замирают и делают совершенно незаметными. Большая часть таких изменений в сообществах сводится к появлению или временному исчезновению отдельных видов. Птицы прилетают весной и улетают осенью; медведи и другие впадающие в спячку животные пропадают на зиму и снова появляются лишь весной. Бесспорно исчезают виды из сообщества очень редко, как правило, лишь в результате стихийных бедствий или вмешательства человека.

При изучении сообществ в глаза бросается тот факт, что виды в нем не случайно рассеяны по местообитанию, а вполне упорядоченно распределены. Каждое сообщество представляет собой результат сложного и продолжительного взаимодействия различных физических и биологических факторов, причем относится это к любому сообществу, будь то одинокая скала, покрытая лишайниками и мхами, чья фауна исчерпывается лишь несколькими видами насекомых, или полный жизни коралловый риф, поражающий многообразием своих обитателей. Каждому сообществу свойственны адаптации, обеспечиваю-

щие его относительную автономность, способность противостоять различным напастям и изыскивать в окружающей среде все необходимое для поддержания жизни. Различные члены сообщества питаются друг другом или паразитируют одни на других; некоторые виды в процессе эволюции сформировали адаптации, ставящие их в выигрышное положение и делающие их более процветающими; многие виды кажутся ничем не связанными друг с другом. И тем не менее каждый член сообщества приспособлен множеством тончайших приспособлений к сосуществованию с другими членами сообщества и к своему физическому окружению.

Сообщество может состоять главным образом из животных, например коралловый риф, или из растений, скажем еловый лес, а может, как это бывает в степях, изобиловать и растениями и животными. Сообщества, центральным видом в которых являются бурые водоросли, плавающие у побережья Калифорнии, обычно включают в себя несколько видов рыб, до 40 видов беспозвоночных, множество простейших растений и животных, бактерий и даже таких крупных животных, как каланы, которые находят здесь убежище от хищников, рысчущих в прибрежных водах. И конечно, в рамках некоторых сообществ возможно выделение как бы подсообществ. Так, дупла деревьев — это прибежище не только определенных видов птиц — дятлов, совок и поползней, — но и различных пресмыкающихся, комаров и многих других живых существ, для которых дупло — их естественное местообитание. Ни одно сообщество не может быть полностью автономным: все они обязательно находятся в связи с другими сообществами. Так, например, мало того, что устричные банки могут существовать лишь при определенной температуре и солёности окружающей воды, им необходимо также течение, доставляющее устрицам пищу из других сообществ, расположенных по соседству.

В большинстве случаев одно сообщество постепенно переходит в другое, однако иногда между ними существуют довольно четкие границы. Бывает, что между сообществами имеется некая пограничная зона, названная экологами «эктоном». Берега реки, текущей по лугу, опушка леса, граничащая со степью, — это обычно «размытые» переходные зоны с редкими аванпостами каждого из сообществ, выдвинутыми на территорию соседа настолько, насколько это позволяют условия. Такая мозаика сообществ на границе их местообитаний представляет особенный интерес. Орнитологам, например, известно, что именно в эктоном птичье население наиболее разнообразно. Проводившиеся в Техасе наблюдения показали, что на опушке леса общее количество птиц вдвое, а число представленных ими видов на 41% больше,

чем в глубине того же леса. Обитая на опушке, птицы одновременно пользуются благами двух миров: на лугу они ловят насекомых и достают траву для гнезд, а в лесу прячутся под покровом деревьев от своих врагов. Причина, по которой в садах часто бывает очень много птиц, заключается не только в том, что их там подкармливают, но и в том, что в садах они находят кусты и деревья, зеленые лужайки и цветущие клумбы, искусственные водоемы и укрытие в самом жилище человека — короче говоря, типичное для экотонов разнообразие, сконцентрированное на малой территории.

О количестве животных и растений, входящих в сообщество, написано очень много, но проблема еще далека от окончательного разрешения. Различные исследователи применяли разные методы сбора материала, и поэтому полученные ими результаты несравнимы; при этом зачастую мало заметные члены сообществ ускользают от внимания исследователя. И тем не менее некоторые выводы можно сделать. Большая часть сообществ включает в себя от 60 до 140 видов крупных животных, хотя в богатых морских сообществах и в некоторых тропических лесах число видов гораздо больше. В Арктике число видов растений, во влажных тропических лесах — наоборот. Общую картину жизни сообщества определяют лишь несколько наиболее крупных, многочисленных или даже наиболее активных видов. В степных сообществах Африки или центральной части Северной Америки травы столь обильны, что они полностью определяют экологические связи в сообществе; на скалистом морском побережье способность морских желудей и мидий закрепляться на голых, омываемых прибоем скалах является главным фактором, обеспечивающим процветание других членов сообщества.

Такие доминантные виды есть в любом сообществе. В дубраве именно дубы используют солнечную энергию, создают тень и тем предохраняют почву от высыхания, ослабляют движение воздуха и создают массу других удобств для обитателей леса. Живущий в той же дубраве земляной червь непрерывно пропускает через свою пищеварительную систему кусочки опавших листьев и тем улучшает физические и химические свойства почвы. И дуб и червь вносят свой вклад в экономику сообщества, но, хотя роль червя и важна, роль дуба — определяющая, поскольку вся жизнь леса обуславливается дубом и связанными с ним древесными породами.

Дуб — доминант в таком лесу, и только те животные и растения могут существовать в лесах, где господствует дуб, которые способны выносить создаваемые им условия. В других лесах

определять облик всего сообщества могут другие доминанты, но в любом сообществе существуют свои подсообщества. Ближе к земле, под кронами деревьев, определяющими, субдоминантами, будут кустарники, однако в их подсообщество входит лишь часть обитателей леса; еще ниже, под кустарниками, субдоминантами становятся травы. В одном и том же лесу на освещенных солнцем камнях субдоминантом может быть лишайник, в затененных местах — мох, а на берегу ручья — папоротник. Каждый из этих субдоминантов должен быть приспособлен к условиям, создаваемым в лесу дубом, и каждый из них в свою очередь определяет условия существования для видов своего подсообщества. Такие вторичные объединения растений и животных также называются «обществами»*; например, гниющий пень может быть центром общества, объединяющего многие виды грибов, муравьев, термитов, жуков, многоножек, губоногих и улиток.

Одна из основных проблем, стоящих перед членами одного и того же или разных видов в сообществе, — это распределение жизненного прост-

* В русской экологической литературе чаще применяется термин «синусии». — Прим. ред.

ранства. У многих животных эта проблема решается просто: они занимают различные экологические ниши и не вступают друг с другом в конкуренцию ни за пространство, ни за пищу. Так, птицы, обитающие в верхушках деревьев, могут никогда не сталкиваться с птицами, живущими в кустарнике того же леса. Но для птиц, принадлежащих к одному виду и занимающих одну экологическую нишу, распределение жизненного пространства — дело очень непростое, требующее множества компромиссов и осуществляющееся путем формирования гнездовых и кормовых участков. Раздел территории занимает важное место в жизни биоценоза. Речные бобры метят границы своих участков пахучими выделениями и оповещают соседей предостерегающими криками. Места обитания тюленей представляют собой сложную мозаику специализированных территорий — участков, занимаемых холостяками, молодняком и целыми гаремами. Поведение обезьян-ревунов, обитающих во влажных лесах Центральной Америки, выглядит на первый взгляд совершенно беспорядочным. Однако тщательные наблюдения за примерно 400 обезьянами, населяющими территорию около 4000 акров на остро-

ве Барро-Колорадо в Панаме, показало, что каждая обезьяна принадлежит к одному из 23 «племен» (кланов), а каждое племя владеет определенной территорией, границы которой определяются естественными опознавательными знаками, например крупными деревьями или пригорками. И хотя ревуны из разных стай на наш взгляд ничем не отличаются друг от друга, каждый клан держится своей территории и защищает ее от посятательств соседей. Когда две стаи случайно встречаются на границе своих участков, какая-нибудь сильная обезьяна обязательно остается у границы до тех пор, пока одна или обе стаи не уступят в глубь своих территорий.

В необычайно сложной паутине взаимодействий внутри биоценоза раздел территории — это лишь одна из проблем, стоящих перед особями одного вида. Так, у некоторых видов птиц каждая особь занимает определенное место в «общественной иерархии». Непрерывные конфликты и столкновения между особями приводят к тому, что устанавливается определенный порядок кормления, при котором каждая птица занимает преимущественное положение по отношению к другим птицам,

за исключением, разумеется, никому не подчиняющейся особи, стоящей на самой вершине «общественной лестницы». Если какая-нибудь птица терпит поражение в конфликте с нижестоящей птицей, то она сразу же теряет место на общественной лестнице; победитель занимает место побежденного, а на оказавшееся вакантным место победителя может претендовать любая из нижестоящих птиц, в том числе и только что побежденная; место это завоевывается в борьбе со всеми претендентами. Все это можно увидеть, наблюдая поведение стайки птиц у кормушки: почти у всех птиц обычно очень скоро устанавливается определенная общественная иерархия, причем особенно четко иерархия соблюдается среди птиц, принадлежащих к одному виду, и носит несколько более общий характер среди остальных посетителей кормушки.

Изучение кормления позволяет выявить и другие характерные черты организации птиц в сообществах. В мангровых зарослях побережья южной Флориды обитают самые разные цапли, так что иногда на одной отмели кормится до девяти разных видов. Все цапли питаются в основном рыбой, однако техника лова столь различна у

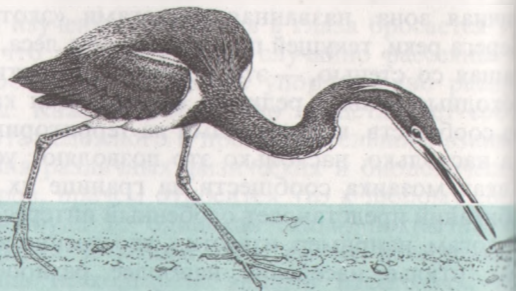
ЦАПЛИ РАСПРЕДЕЛЯЮТСЯ ПО РАЗЛИЧНЫМ НИШАМ

Изображенные на рисунке цапли водятся во Флориде на одной и тех же отмелях и питаются почти одним и тем же. При этом они практически не мешают друг другу, поскольку в их поведении — в том, какие охотничьи участки они предпочитают и как ловят рыбу, — выработались приспособления, позволяющие им занимать различные ниши в пределах одной и той же отмели.

Зеленая кваква пассивно поджидает рыбу, сидя на выступающих из воды корнях мангровых деревьев. Луизианская цапля делает резкие движения, взбалтывая воду и вспугивая затаившихся рыбок. Снежная цапля в поисках добычи медленно передвигается с места на место. Наиболее утонченным способом ловли пользуется красная цапля — взбалтывает воду, чтобы вспугнуть рыбок, а затем широко распахивает крылья. Обманутые рыбки принимают тень от крыльев за надежное убежище и устремляются к нему, попадая прямо в клюв врага. Размеры большой голубой цапли позволяют ей охотиться в местах, недоступных для ее более мелких и коротконогих сородичей.



ЗЕЛЕНАЯ КВАКВА



ЛУИЗИАНСКАЯ ЦАПЛЯ



СНЕЖНАЯ ЦАПЛЯ



КРАСНАЯ ЦАПЛЯ



БОЛЬШАЯ ГОЛУБАЯ ЦАПЛЯ

разных видов, что они лишь изредка вступают в конфликт друг с другом. Основной способ лова, лучше всего освоенный зеленой кваквой, состоит попросту в том, что птица садится у самой кромки воды и остается неподвижной, пока какая-нибудь рыба не подплывет достаточно близко. Несколько видоизмененным способом пользуется снежная цапля: вместо того чтобы, поджидая жертву, оставаться совершенно неподвижной, она медленно шествует по дну, вытянув шею и опустив клюв. Еще дальше пошла большая голубая цапля: проглатывая по дну, она резко взмахивает крыльями, спугивая затаившихся рыбок. Луизианская цапля заставляет жертву обнаружить себя, кружась, прыгая и приплясывая на воде, а затем резко замирает и всматривается в воду. Наиболее утонченным способом пользуется красная цапля, которая сначала взбаламучивает воду, а затем широко раскрывает крылья, создавая тень. При этом, во-первых, она сама хорошо видит все происходящее в воде, а во-вторых, вспугнутые рыбки принимают тень за укрытие и застывают, уверенные в безопасности.

Цапли каждого вида не только охотятся лишь своим собственным способом, но и предпочитают различные участки отмелей. Мелкая зеленая кваква устраивается у самого берега на торчащих из воды корнях мангровых деревьев, крупные виды — большая белая и большая голубая цапли — кормятся на краю отмели, где глубже всего; остальные виды распределяются по отмели в соответствии с длиной своих ног. Различия в размерах разных видов цапель в сочетании с предпочтением ими определенных участков отмели и специфическими способами лова позволяют снизить конкуренцию среди этих видов сообщества. Таким образом, и жизненное пространство и пищевые ресурсы как бы расчленяются на множество подразделений, каждое из которых наиболее пригодно для определенного вида цапель. В результате, поделив между собой местообитание, все виды процветают и извлекают максимальную для себя пользу. Если бы эти виды охотились одинаково и в одних и тех же местах, неизбежным результатом были бы перенаселенность, угрозы и драки, а следовательно, и бесплодная трата времени, столь необходимого для охоты.

Способность живых существ образовывать биоценозы — это лишь одна сторона дела. Не менее важной является тенденция биоценозов воспроизводить самих себя. Одна стадия развития биоценоза сменяет другую, пока биоценоз в целом со всеми входящими в него организмами не достигнет состояния, близкого к равновесию с окружающей его средой. Могут пройти десятки или даже тысячи лет, прежде чем будет достигнуто состояние равновесия, но даже и тогда это равно-

весие не будет абсолютным и неизменным. Устойчивое сообщество подвержено воздействиям, происходящим в результате изменений земной поверхности. Изменения эти могут быть и постепенными и резкими, катастрофическими. Так, ураган 1938 года опустошил в Новой Англии многие квадратные километры девственного леса, нарушил состояние равновесия и отбросил биоценоз далеко назад, к начальным стадиям развития. Сходным может быть результат оползня или пожара.

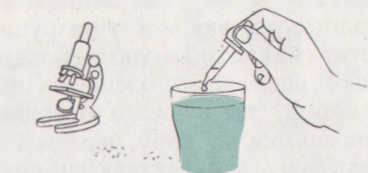
Изменения, происходящие с биоценозом на любой из стадий его развития, затрагивают большинство, если не все организмы, входящие в него. Появляются новые растения и животные. Их появление сопровождается изменениями внешней среды как правило, благоприятными для новых видов и неблагоприятными для старожилов. Например, на голом камне может поселиться лишайник. В процессе его жизнедеятельности возникает некоторое количество почвы, на которой могут закрепиться мхи, постепенно вытесняя лишайник. Мхи продолжают процесс почвообразования, а так как они обладают способностью удерживать влагу, возникают условия, благоприятные для произрастания мелких семенных растений — трав, конкуренции с которыми не выдерживают уже мхи. Попадающие в траву семена деревьев и кустарников прорастают, и со временем травы лишаются солнечного света и корневого пространства. Процесс неуклонного развития постепенно замедляется, и биоценоз достигает равновесия, или климакса, то есть такого состояния, при котором условия в биоценозе благоприятствуют сохранению потомства живущих в нем видов.

Последовательность изменений биоценоза четко прослеживается на примере песчаных дюн. Интенсивные исследования дюн побережья озера Мичиган дали экологам множество новых интересных идей и концепций. Волны намыывают вдоль берега полосу песка, а ветер наносит из этого песка небольшие дюны. Эти формирующиеся дюны перемещаются от берега, пока не попадут под укрытие уже закрепившейся дюны или сами не закрепятся растительностью. Двигаясь в направлении от берега, мы будем переходить от дюн, находящихся на самых начальных стадиях развития, ко все более зрелым. Нижний пляж, заливаемый летними штормами, на чисто лишен растительности и вообще каких-либо постоянных обитателей. Единственные существа на пляже — это выбрасываемые волнами на берег жертвы ветров и течений, которые составляют добычу мясных мух и питающихся падалью жуков. Последние в свою очередь служат добычей некоторых хищных насекомых и пятнистого улиты. Немного выше —

между постоянно заливаемым пляжем и началом дюн — лежит полоса так называемого среднего пляжа, покрываемого водой лишь в самые сильные земные штормы. Здесь уже появляются первые растения — однолетники. Животный мир представлен очень бедно, в основном теми же питающимися падалью и хищными формами, что и на нижнем пляже. Однако некоторое количество попадающей на пляж органической материи перемещается термитами и различными роющими насекомыми с песком, и с этого начинается образование почвы.

Передвигающиеся дюны занимают полосу верхнего пляжа вплоть до дюн, покрытых травой и другой растительностью. Корни растений связывают частицы песка, а листья и стебли препятствуют процессу выдувания. Как только песок закрепился, в траве появляются кустарники и первые деревца, обычно канадского тополя. Начиная с этого момента дальнейшие изменения в биоценозе происходят в основном за счет изменения состава почвы; появление новых видов по мере дальнейшего удаления от берега определяется накоплением в почве все больших количеств гумуса, содержащего питательные вещества и влагу, необходимые для роста деревьев. А по мере того как растут число и величина деревьев, их разнообразие, увеличивается количество потенциальных убежищ и пищи для все большего числа различных животных. За полосой канадского тополя идет зона густого соснового леса с богатым набором растительных и животных форм. Опавшая с сосен хвоя создает слой почвы, достаточно глубокий для того, чтобы могли закрепиться минирующие растения новой фазы биоценоза — дубы и гикори. И наконец, заключительной стадией развития биоценоза, или климаксом, будет лес из бука и сахарного клена, в густой тени которых может расти лишь лишь подлесок из тех же древесных пород. Такой лес существует неизменным из года в год, пока какая-нибудь катастрофа не нарушит сложившегося в нем равновесия.

Но поскольку время от времени катастрофы все же происходят, любое описание развития биоценоза как неизбежного перехода к климаксу будет, вероятно, идеализацией процесса, никогда не проявляющегося. Действительно, процесс развития биоценоза дюн на побережье озера Мичиган или где бы то ни было еще не сводится к плавной смене неизбежно следующих друг за другом стадий, а может замедляться, останавливаться или даже возвращаться к уже пройденным этапам. Сильный ветер может продвинуть дюны так далеко от берега, что они на чисто поглотят леса, оставляя на поверхности лишь голые стволы погибших деревьев. И даже климактерические сообщества столь часто становятся жертвами суровой зимы, пожара, возникшего от удара мол-



НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ



СТАДИЯ ЖГУТИКОВЫХ



СТАДИЯ ИНFUЗОРИЙ



КЛИМАКС

РАЗВИВАЮЩИЙСЯ БИОЦЕНОЗ

Последовательное изменение одних видов другими, скажем в биоценозе пруда, можно продемонстрировать, добавив в сосуд со стерильным санным настоем буквально несколько капель прудовой воды. Мы увидим, как одни доминирующие виды бактерий или простейших будут сменяться другими, причем каждый предыдущий вид обеспечивает пищей последующий и расчищает путь к его расцвету, даже если это приводит к резкому уменьшению его собственной численности. Конечная стадия, или климакс, — это состояние равновесия, в котором наряду с зелеными водорослями, коловратками, ракообразными и амебами присутствуют в незначительных количествах и организмы, доминировавшие на ранних стадиях развития.

нии, землетрясения или извержения вулкана, что состояние равновесия можно считать в лучшем случае временным. В лесу, населенном оленями, суровые погодные условия могут разрушить климакс, для достижения которого потребовались сотни лет. Глубокий снег лишает оленей их привычного зимнего корма, тогда изголодавшиеся животные принимают за кору деревьев и часто так ее обгладывают, что деревья гибнут. Почва пребывавшая в глубокой тени, образованной кронами деревьев, оказывается открытой потоку солнечных лучей, иссушается, а ее обитатели убегают или гибнут. Удары дождевых капель, прежде смягчавшиеся листвой, беспрепятственно достигают поверхности земли и вызывают сильную эрозию. Фактически стадия климакса является столь преходящей, что среди экологов бытуют постоянные разногласия относительно того, действительно ли существуют климактерические сообщества в том виде, в каком они описываются в учебниках, или это просто удобный ярлык.

И действительно, изучая сообщества, довольно трудно усмотреть в них ту стабильность, которую обычно подразумевают, говоря о так называемом «равновесии в природе». На каменистые берега в северных широтах периодически обрушиваются свирепые штормы, смывая все

живое; берега эти постоянно проходят определенные циклы развития, то полностью лишаясь жизни, то снова заселяясь растениями и животными. Продолжительность такого цикла часто составляет всего лишь четыре года. Даже коралловый риф — один из наиболее стабильных биоценозов — и тот подвержен значительным изменениям. При каждом продолжительном поднятии или понижении уровня моря, при каждом медленном перемещении земной коры сам коралл, являющийся основанием гигантского биоценоза рифа, может полностью погибнуть. Поэтому точнее говорить не об общем равновесии в природе, а о великом множестве равновесий в мире живых существ. Олицетворением совокупности всех равновесий в живой природе могли бы быть не весы, покоящиеся на точке опоры, а скорее помещение, полное часов всех сортов и размеров, маятники которых непрерывно меняют амплитуду колебаний — из года в год и от минуты к минуте. И тем не менее все эти часы, несмотря на сильные воздействия извне, ухитряются показывать примерно одинаковое время, а амплитуда колебаний их маятников меняется лишь в строго ограниченных пределах. Изменчивость, а не неизменность — вот ключ к пониманию мира живых существ и вот что делает эту небольшую планету под заурядным солнцем столь привлекательной для жизни на ней.



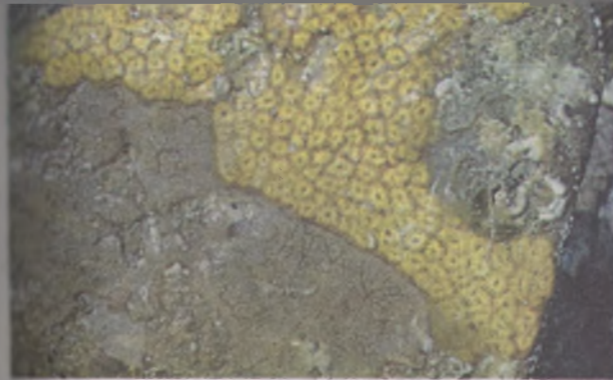
Омываемые прибоем рифы побережья Корнуолла черны от мидий, крепко присосавших к голой, изъеденной водой и ветрами поверхности скал.

ЗАЛИВАЕМОЕ ВОЛНАМИ ПРИСТАНИЩЕ

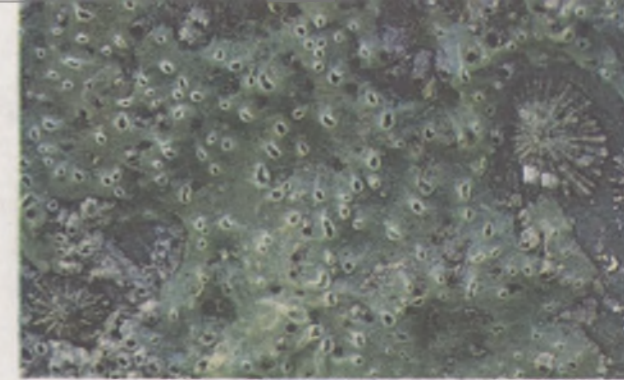
На омываемых волнами камнях и скалах в приливно-отливной зоне, между верхней и нижней отметками уровня моря, уменьшаются целые экологические сообщества со всеми своими проблемами. Периодически затопляемые, открытые всем ветрам и солнцу, обитающие здесь растения и животные приспособились к суровым условиям существования, выработав специальные «якорные» устройства, которые позволяют им противостоять морю и удерживаться в своей нише.



«Морская улитка» — это на самом деле маленькая рыбка, по форме напоминающая садового слизня. Будучи довольно малоподвижной, она с помощью присоски прикрепляется к камням, покрытым бурыми и ленточными водорослями.



Колониальные оболочники-асукдии «золотые звезды» покрывают поверхность камня желеобразной пленкой; морская вода поступает внутрь каждого организма через ротовой сифон, а выводится вместе с продуктами жизнедеятельности через общее отверстие в центре каждой колонии.



Воду губка всасывает через стенки миллионов микроскопических клеток, а продукты жизнедеятельности выводит через крупные отверстия.

Сизигийный отлив обнажил ламинарии, растущие на самой нижней кромке литорали; их длинные стебли перепутаны с узорчатыми стеблями других бурых водорослей, растущих чуть выше.

ЛИТОРАЛЬ

Поверхность уходящего под воду берега так же распадается на пояса, как и склон горы. Великолепные водоросли, покрывающие нижний пояс приливо-отливной зоны, дают убежище великому множеству различных видов животных; в обнаженном верхнем поясе обитает лишь несколько видов.

В зоне прилива

Южное побережье Англии заливається приливом каждые 12 часов 25 минут. Менее постоянна высота прилива: день ото дня, от недели к неделе она меняется. В полнолуние и новолуние приливы (они называются сизигийными) выше, а отливы — ниже, чем приливы и отливы при растущей и убывающей Луне. Так как в эти дни Луна и Солнце оказываются на одной прямой с Землей, их совместное притяжение вздымает приливную волну выше, чем когда бы то ни было, и море заливаёт камни, в другое время лишь изредка захлестываемые прибоем. Во время отливов на несколько минут обнажается почти всегда покрытая морем полоска, она населена самыми разнообразными растениями и животными: водорослями, лишайниками, различными видами моллюсков, морскими желудями, морскими улитками, актиниями, губками, морскими звездами и разнообразными щетинконосными червями. Нижняя часть приливной зоны густо поросла морскими водорослями, в расщелинах скал укрываются организмы, ведущие сидячий образ жизни и добывающие себе пропитание, отфильтровывая планктон из морской воды





Красные актинии прикрепляются к основанию скалы специальными тонкими стеблями, а спиралевидные трохида (брюхоногие моллюски) и конусовидные блюдечки присасываются к камню толстой «ногой».



Эти иероглифы выведены на песке трохидой, ползающей по залитому прибоем песку в поисках мелких водорослей. Толстая «нога» моллюска оставляет на песке запутанный след.



Эти кольцевидные шрамы выдавлены в мягком камне конусовидной «ногой» моллюска-блюдечка. Присосавшийся к камню моллюск своим давлением, достигающее 3,5 килограмма на квадратный сантиметр. После каждой кормежки моллюск возвращает старое, насиженное место.



Мидии прикрепляются друг к другу и к камню, на котором сидят, специальными нитями-растяжками. Сбившись в кучу, мидии становятся неуязвимыми для хищного моллюска багрянки; если выжибют мидии нижнего слоя, на смерть обречена вся группа.



СРЕДНЯЯ ЗОНА

Растения и животные, обитающие в средней зоне, от 15 до 55% всего времени проводят на воздухе, открытые солнечным лучам, ветрам и дождям; растения в основном представлены водорослями, животные — морскими желудями и другими организмами.

Между двух миров

Средняя зона — это наиболее беспокойное место на литорали: здесь все время то жарко, то холодно, то мокро, то сухо. Длинные мощные стебли водорослей поддерживаются на плаву множеством крупных пузырьков, наполненных богатой кислородом смесью газов, которая представляет собой продукт жизнедеятельности самих растений. Для того чтобы предотвратить высыхание, домики морских желудей, двустворчатых моллюсков и улиток здесь выше и снабжены более толстыми стенками. По той же причине сравнительно невелики жаберные отверстия. Некоторые организмы выделяют влажную слизь, предотвращающую высыхание. Все обладатели средней зоны сравнительно хорошо выносят высокую температуру и накопление солей в тканях, происходящее в результате потери воды.

Единственные убежища, где можно укрыться в ожидании следующего прилива, — это многочисленные лужицы, остающиеся на скалах во время отлива. Правда, такие лужицы — не очень надежное пристанище для морских организмов: вода в лужице может разбавиться дождем или испариться под жгучими лучами солнца — и то и другое губительно. Температура воды в таких лужах иногда достигает $+73^{\circ}\text{C}$, что приводит к гибели даже самых выносливых моллюсков — мидий. На солнечном свете заросли водорослей производят очень много кислорода — целые цепочки пузырьков устремляются к поверхности; по ночам же кислорода, как правило, не хватает. С приходом прилива все меняется и жизнь снова возрождается в этом суровом поясе.



ВЕРХНЯЯ ЗОНА

Бурые водоросли, приспособившиеся проводить 60—90% времени на открытом воздухе, — последние морские растения в зоне приливов. Выше их живут лишь морские желуди и уже почти наземные моллюски-литторины.

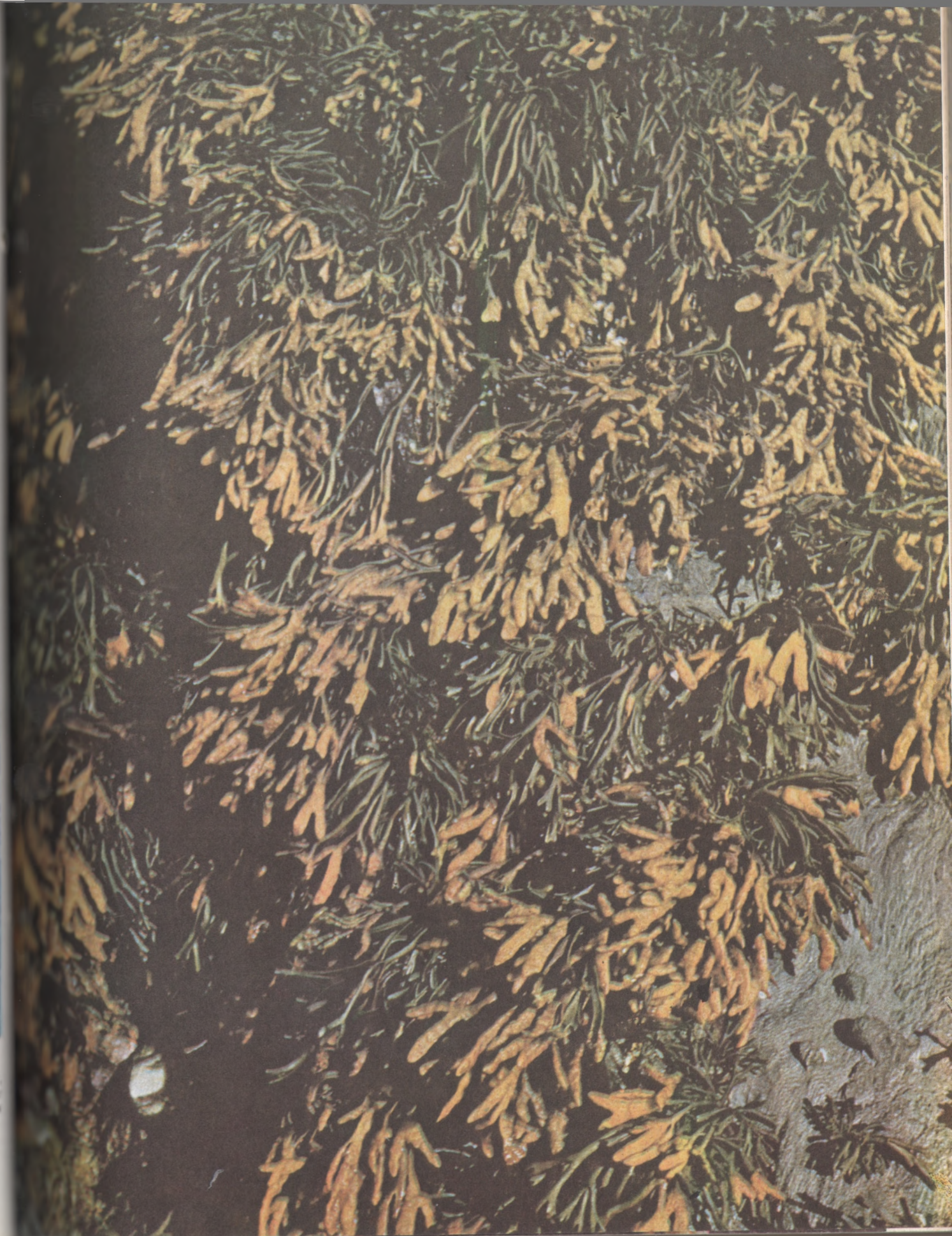
Последний рубеж

Выше всех располагаются морские желуди и моллюски-литторины. Их популяции регулярно пополняются: весенние приливы приносят из моря молодых особей, прикрепляющихся по соседству с уже закрепившимися группами. Иногда морские желуди закрепляются слишком высоко, там, где их не всегда достают приливы, и, не способные спуститься в более влажное местообитание, погибают. Литторины, напротив, могут самостоятельно перемещаться с места на место. Они стараются забраться как можно выше, но так, чтобы не подвергать себя опасности чрезмерного высыхания. Грубо говоря, верхняя граница обитания литторин совпадает с верхней границей распространения водорослей, однако молодые литторины встречаются и выше, доходя до верхней отметки приливов.



Укрывшиеся в щели мелкие литторины прикрепляют ракушку к камню слизью, затем выпускают ногу, присасываются ею и перетаскивают свой домик на новое место.

Эти золотистые водоросли обосновываются выше прочих, поэтому от прилива до прилива настолько высыхают, что треском ломаются, как сухие сучья. Прилив покрывает их лишь на час дважды в сутки.





Приспособленность этих червей к жизни в домиках-трубочках бросается в глаза с первого взгляда. Щупальца на передних конечностях захватывают пищу, а продукты жизнедеятельности выводятся наружу через отверстие в противоположном конце туловища. Темная бахрома на спине у меньшего по размеру червя — это жабры.

Полоса прибой

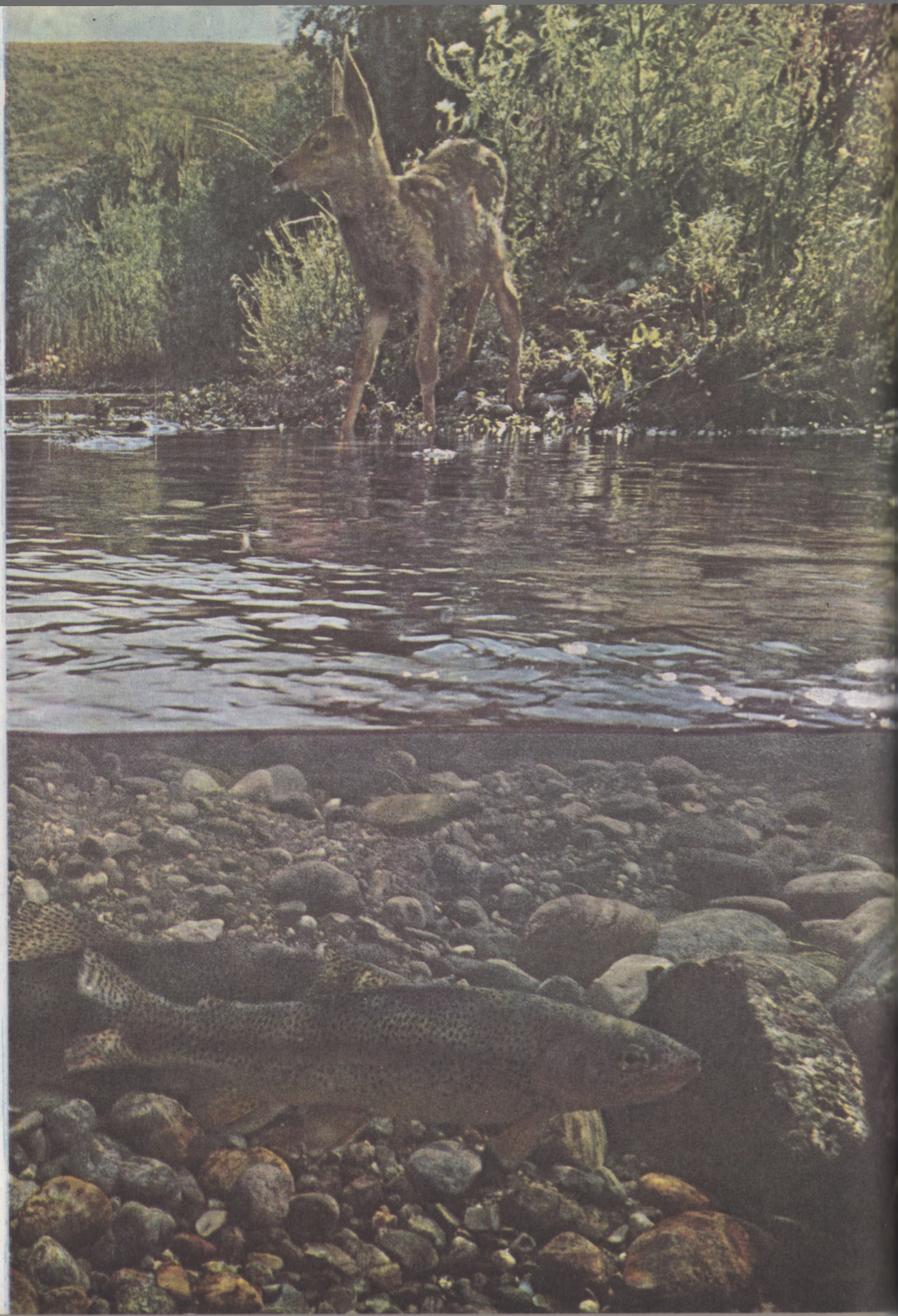
Покрытый водорослями утес служит прибежищем различным морским животным, но лишь очень немногие из них, в частности морские звезды, мидии, багрянки, актинии и черви-трубочники, закрепляются на гладко отполированных прибоем скалах. С каждой набегающей волной поток воды проходит между ресничками и волосками отфильтровывающих добычу животных, а хищники захватывают щупальцами и заглатывают проплывающую поблизости добычу. Ниши, занимаемые этими животными, иногда не менее своеобразны, чем, скажем, ниша литторин у верхнего уровня прилива. Так, например, некоторые черви всегда обосновываются там, где, с одной стороны, поверхность скал достаточно изъедена и волны приносят песок, необходимый для сооружения домиков, в которых живут эти черви, а с другой — прибой не настолько силен, чтобы унести их в открытое море.



Целые гроздья домиков-трубочек сооружаются червями на границе изъеденных прибоем скал и песчаного дна. По мере роста черви удлиняют свои домики, подклеивая новые и новые песчинки у входа.

Во время сильных отливов черви прячутся в свои домики от солнца, ветра и хищников (увеличено в 6 раз).





Изображенные на этой фотографии лань и форель как бы символизируют мир суши и водный мир и служат ярчайшим примером того, сколь изолированными могут быть животные, живущие так близко друг от друга.

ПЕЩИ И ДЕМОНСТРАТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ
В РОЛИ МЕХАНИЗМОВ ИЗОЛЯЦИИ
Эти рыбы живут в реках, которые впадают в океан, но они не мигрируют в море, потому что в море нет кислорода, который им необходим для дыхания. Это связано с тем, что в море нет кислорода, который им необходим для дыхания. Это связано с тем, что в море нет кислорода, который им необходим для дыхания.

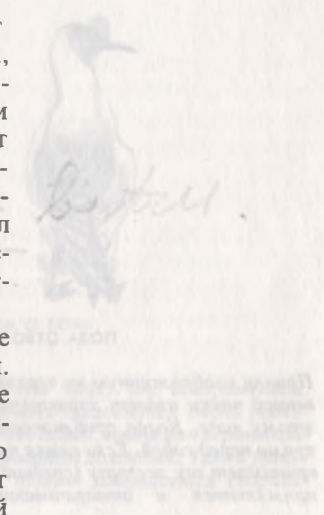
3 Почему они живут там, где они живут

Все вы дети природы, так не оскверняйте же ее», — предостерегал Роберт Браунинг*. Но человечество не вняло мудрому совету поэта. В наши дни, когда кофе называется «колумбийским», а яблоки — «вашиingtonскими», не долго и забыть, что ни яблони, ни кофейные деревья никогда не росли в Новом Свете и завезены в Америку человеком. Мало кто, кроме ботаников, отдает себе отчет в том, сколь многими растениями из числа произрастающих на американских лугах и пастбищах, не говоря уже о тех, что возделываются на полях, Америка обязана Старому Свету. Фактически человек повсюду окружил себя завезенными из дальних стран растениями, хотя в ряде случаев эти растения-пришельцы — как дикие, так и возделываемые — настолько распространились, что их стали считать местными.

Там, где нет человека, а в ряде мест и несмотря на его вмешательство, все растения и животные соединены друг с другом тонкой сетью взаимосвязей. Различные механизмы изолируют одни виды от других; такие изолирующие механизмы являются одним из важнейших свойств вида, поскольку в конечном счете именно они определяют совокупность особей, представляющую собой вид, предотвращают скрещивание разных видов и потому определяют уникальный облик того или иного вида растений или животных. С другой стороны, все живые существа способны к неограниченному расселению, и в жизненном цикле любого из них есть по крайней мере одна стадия, на которой они расселяются. Тенденция к неограниченному распространению лимитируется как внешними экологическими преградами, например горными хребтами и морями, так и внутренними барьерами, определяемыми физиологией и психологией данного вида.

Возможности расселения могут ограничиваться и взаимосвязанностью организмов; хороший пример тому дают некоторые деревья. Большинство

* Роберт Браунинг (1812—1889) — английский поэт. — Прим. перев.

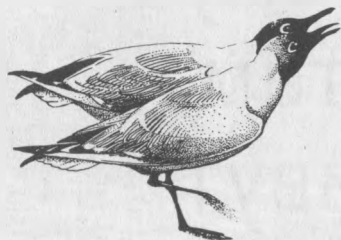


ПЕСНЯ И ДЕМОНСТРАТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ В РОЛИ МЕХАНИЗМОВ ИЗОЛЯЦИИ

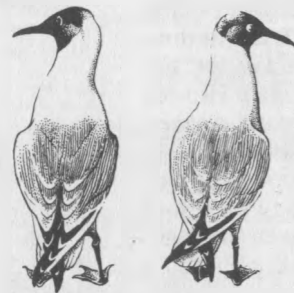
Два очень близких вида чаек (обыкновенная и малая чайки) не скрещиваются между собой из-за различий в брачном поведении. Ритуальные крики и позы позволяют чайкам опознавать друг друга, несмотря на то что обитают они на одних и тех же территориях, и обеспечивают таким образом их изоляцию.



ПОЗА «ПРОТЯЖНОГО КРИКА»



УСТРЕМЛЕННАЯ ВПЕРЕД ПОЗА



ПОЗА ОТВОРАЧИВАНИЯ

Приняв изображенную на верхнем рисунке позу, самец обыкновенной чайки издает характерный крик, свойственный только этому виду. Когда приближается самка, он замирает, глядя прямо перед собой. Если самка принадлежит к его виду, то и она принимает ту же позу (средний рисунок). Затем оба резко выпрямляются и отворачиваются друг от друга.

лесных древесных пород тесно связано с определенными почвенными грибами, растущими в корнях и на поверхности корней и значительно увеличивающими их способность к поглощению питательных веществ из почвы. Однако такая взаимосвязь одновременно служит и преградой к расселению деревьев — они не могут расти там, где нет этих грибов. В 30-х годах, когда на Великих равнинах создавались лесозащитные полосы, многие саженцы не приживались на новых местах, пока в почву не были искусственно внесены необходимые грибы.

Понятно, что у растений, привязанных корнями к земле, или у мелких млекопитающих, не способных к дальним путешествиям, возможность расселения ограничена. Но как обстоит дело у птиц? Некоторые из них свободно пересекают океаны и, казалось бы, с тех пор как примерно 150 миллионов лет назад обрели крылья, вольны летать куда им угодно. Однако большинство птиц обитает как бы в невидимых клетках, и даже у некоторых перелетных видов маршруты дальних полетов ограничены сравнительно узкими коридорами. В нашем представлении белые куропатки справедливо ассоциируются с тундрой, райские птицы — с островами Меланезии, колибри — с Новым Светом. Одна из самых широко распространенных птиц — это североамериканский болотный лунь; он неразборчив в пище и легко приспосабливается к различным условиям, однако даже он встречается лишь в определенном ландшафте — во влажных лесах. В Южной Америке насчитывается около 300 видов колибри, а в Африке, тропические леса которой так похожи на южноамериканские, колибри нет вовсе, хотя эти птицы — прекрасные летуны. Вьюрки, встречающиеся даже на удаленных океанических островах, полностью отсутствуют в Австралии. Сейблская овсянка гнездится только на острове Сейбл в Новой Шотландии; самый крохотный ареал, вероятно, у лайсанского чирка — он обитает на территории, занимающей всего около пяти квадратных километров и представляющей собой побережье заболоченной лагуны одного из маленьких островов Гавайского архипелага. Редкими исключениями из общего правила являются домовый воробей и сипуха: экологически связанные с человеком, они распространились очень широко.

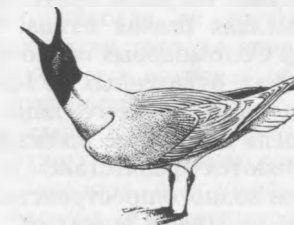
Некоторые причины столь ограниченного распространения птиц, несмотря на их великолетные летательные способности, очевидны: непреодолимыми препятствиями для расселения морских птиц могут являться континенты, а «сухопутных» — соответственно океаны. Анды, возникшие по геологическим масштабам сравнительно недавно, отрезали птиц Колумбии от птиц Эквадора. В наше время потомки этих птиц населяют проти-

веточные склоны гор, изолированы друг от друга и развиваются независимо, что в будущем может привести к возникновению новых рас или новых видов. У некоторых птиц такая дифференциация уже началась: например, на обращенных к Тихому океану, с одной стороны, и к Амазонке — с другой, склонах Анд обитают различные подвида скалистого петушка.

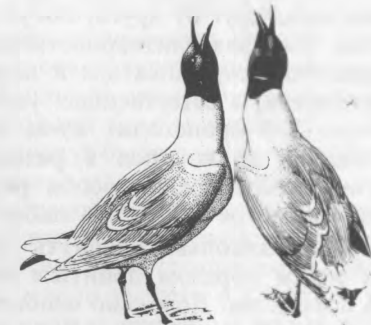
Однако существуют и более тонкие экологические причины ограниченности ареалов. Бурый арабский пеликан — это морская птица, не приспособленная, впрочем, удаляться слишком далеко от берега. Способ охоты пеликана (выслеживание рыбы с воздуха и последующее пикирование на нее) определяет места его обитания — районы с чистой, прозрачной водой. Мутные воды, встречаемые в Атлантике Амазонкой, не годятся для пеликана и поэтому определяют южную границу его распространения. Можно, однако, предположить, что если когда-нибудь пеликаны преодолеют эту преграду, то в южной Бразилии они найдут подходящие условия для жизни.

Океан может быть преградой для расселения даже морских птиц, поскольку одни птицы приспособлены к жизни только на берегах теплых морей, другие — только на берегах холодных морей. Большая крачка — широко распространенная в теплых водах птица. Она обитает на Атлантическом побережье Америки от Вирджинии до Аргентины, то есть ее ареал простирается примерно от 40° с. ш. до 40° ю. ш. В Северном полушарии распространению крачки далеко на север способствует Гольфстрим, в Южном полушарии благоприятные условия создаются теплым Курильским течением. Совсем иначе обстоит дело на тихоокеанском побережье. Там расселению крачки препятствуют холодные Калифорнское и Перуанское течения, и ее ареал простирается с севера на юг узкой полосой протяженностью всего лишь 30°, от юга Калифорнии до Чили. Важным климатическим фактором, ограничивающим расселение видов, могут быть также туманы. Обнаружено, например, что в заливе Фанди птенцы широко распространенной полярной крачки прибавляют в весе только в солнечные дни, а в туманные, когда их родители лишены возможности добывать пищу, худеют. Возможно, отсутствие гнездовой полярной крачки на побережье Берингова моря и объясняется именно этими туманами.

Помимо таких преград, как моря, горы, климат, отсутствие необходимой пищи или животных и растений, с которыми тесно связан данный вид, существуют еще и чисто психологические барьеры, которые изолируют виды. Некоторые птицы — отличные летуны, однако они терпеть не могут пересекать даже относительно узкие водные преграды; такие широко распространенные



ПОЗА «ПРОТЯЖНОГО КРИКА»



ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПОЗА



ПОЗА «БОК О БОК»

Человеку трудно отличить малую чайку от обыкновенной, птицы же в естественных условиях ошибаются очень редко. Самцы малой чайки приветствуют самок, принимая вертикальную позу; затем оба слегка покачивают головами. Такой ритуал, повторенный несколько раз, обычно завершается спариванием.

в Южной и Центральной Америке птицы, как ту-каны, славки, ленивки и манакины, полностью отсутствуют на островах Вест-Индии, тогда как другие виды встречаются лишь на одном или двух островах. Крайний случай представляют собой некоторые расы бородачки, границами ареалов которых служат широкие притоки Амазонки. Белоглазка — мелкая певчая птица, обитающая на центральных Соломоновых островах, — отсутствует на островах, отделенных от мест ее обитания проливами шириной всего лишь несколько километров, тогда как для ее ближайших родственников не являются препятствием полторы тысячи километров водного пространства, отделяющего Тасманию от Новой Зеландии.

Наряду с психологическими факторами, изолирующими виды друг от друга, могут действовать и другие. Так, два близкородственных вида бабочек, способные скрещиваться и давать нормальное потомство, в естественных условиях не скрещиваются. Это происходит из-за того, что они вылупляются из коконов в разное время года и потому половозрелые особи разных видов никогда не встречаются. В лабораторных условиях можно несколько сдвинуть сроки вылупления и таким образом добиться получения гибридного потомства. Довольно необычен механизм изоляции у двух принадлежащих к одному виду рас лосося — собственно лосося и канадской форели. И те и другие нерестятся одновременно в одних и тех же реках Британской Колумбии, однако лосось заходит в реки только на нерест, тогда как форель всю жизнь проводит в пресной воде. Такие различия в поведении могут привести к тому, что эти свободно скрещивающиеся между собой расы со временем станут различными видами.

Совершенно очевидно, что наиболее резко изолированность должна сказываться на обитателях уединенных островов. Она приводит к таким же серьезным последствиям, как и заселение фауны этих островов чуждыми им видами. Жизнь на островах характеризуется рядом особенностей, не всегда присущих другим местообитаниям; тем не менее экологические взаимосвязи между живыми существами и то, как живые существа выбирают себе место для жизни, ярче всего проявляются именно на островах. Капитан Кук, посетивший в 1774 году остров Пасхи, записал в дневнике: «Природа весьма скудно оделила своими щедротами этот уголок земли». Просто паразитально, как сюда вообще могли попасть растения и животные, так как от ближайшего острова его отделяют полторы тысячи, а от берегов Южной Америки — три тысячи километров водного пространства. До появления человека флора острова состояла примерно из 50 видов цветковых расте-

ний, папоротников и мхов; фауна острова насчитывала пять видов животных: четыре вида насекомых и один вид улиток. Многие другие крошечные вулканические острова и атоллы Тихого океана совершенно безжизненны. Исключение составляют лишь Гавайи с их богатой эндемичной флорой и множеством своеобразных птиц. Гавайи со всех сторон окружены океаном и нигде близко не подходят ни к одному из континентов, поэтому они так резко отличаются от континентальных островов, например от Британских, Японских и многих островов Индонезии, в прошлом соединенных с материком перешейками.

Крупных млекопитающих на океанических островах обычно не бывает. Их не было даже на очень больших островах Новой Зеландии, там жили только способные к дальним перелетам летучие мыши. Океанские просторы представляют собой совершенно непреодолимую преграду для расселения пресноводных животных, поэтому амфибии, водные насекомые и пресноводные рыбы на океанических островах либо полностью отсутствуют, либо крайне редки. В том случае, когда какой-либо вид все же достигает уединенного острова, он очень часто дает начало огромному разнообразию форм, заполняющих множество самых различных экологических ниш. Один из своеобразнейших биоценозов в мире, насчитывающий множество различных видов, биоценоз Гавайских островов возник из немногих растений и животных, изредка заносимых на острова. Гавайский архипелаг состоит из нескольких сравнительно крупных и множества мелких островов, не считая различных отмелей и рифов. В такой ситуации потомство немногих иммигрантов может сильно дифференцироваться, образуя различные виды, расселенные по разным островам. Если бы Гавайи представляли собой не архипелаг, а сплошной массив суши, такой дифференциации видов могло бы и не быть. Как только несколько иммигрантов, случайно занесенных на изолированные острова, оказываются оторванными от родительской популяции, в их потомстве начинают накапливаться признаки, отличающие их от собратьев, оставшихся на родине. Если бы такие вторжения с материка повторялись, то возникшие «островные» черты могли бы стираться. Но на Гавайях этого не произошло, поскольку крайняя изолированность архипелага делает невозможными частые вторжения пришельцев. Возникшие мутации приводили к появлению новых видов, которые формировались под влиянием местных экологических условий, характерных для отдельных островов.

Гавайи дают несколько по-настоящему впечатляющих примеров адаптивной радиации, приводящей к заселению многих ниш. Так, например,

личинки стрекоз повсюду ведут водный образ жизни, и только на Гавайях обнаружен вид, приспособившийся к жизни на суше: личинки, разыскивая добычу, ползают по лесной подстилке. На Гавайях же есть паразитические виды пчел, которые относятся к группе, ведущей в остальных местах свободный, не паразитический образ жизни. Потомки изящной златоглазки превратились здесь в не способных к полету монстров, закованных в похотные на латы крылья.

Паразительный пример эволюции типов питания дают гавайские цветочницы, которые сумели занять множество вакантных экологических ниш, поскольку других птиц, кроме цветочниц, на Гавайях не было. Сейчас на Гавайях насчитывается более 40 подвидов или рас цветочниц, произошедших от одного-единственного вида (вероятно, от рода танагры или славок), преодолевшего тогда-то три с половиной тысячи километров водного пространства, отделяющего Гавайи от Северной Америки.

Изолированность океанических островов имеет и другие последствия. На удаленных островах могут сохраняться формы, давно вымершие на континентах. Так, на Азорских островах и поныне сохранилась улитка, все ближайшие известные различия которой вымерли еще в третичном периоде. Некоторые формы — в особенности это относится к птицам — могут процветать на островах из-за малой численности или даже полного отсутствия там хищных млекопитающих. На западных островах Малайского архипелага млекопитающих довольно много, а голубей — мало. Чем дальше на восток, тем меньше становится млекопитающих, и уже на островах Меланезии количество голубей заметно возрастает и достигает максимума на удаленных островах Полинезии, где собственных млекопитающих нет вовсе.

Другая характерная черта островов — это ограниченность их размеров. На многих из них жизненное пространство так мало, что это оказывает влияние на размеры обитающих там животных. Если для насекомых местообитанием может служить одно-единственное растение, то травоядному животному, например оленю, чтобы свободно жить и быть обеспеченным пищей, требуются десятки акров леса, а охотящемуся на травоядных хищнику — несравненно больше. При этом необходимо, чтобы размеры острова обеспечивали существование не отдельных животных, а популяций, достаточно больших, чтобы гарантировать устойчивое размножение. Когда такие условия не выполняются, вид либо вымирает, либо, приспособившись, мельчает. Самый маленький в Атлантике остров, на котором обитает популяция тигров, это, вероятно, Бали; его территория составляет примерно 6500 квадратных километров.

На маленьких островах обычно живут мелкие млекопитающие; известны карликовые островные расы лошадей Шетландских островов, Исландии и Японии. Карликовыми бывают также островные расы оленей, например японский пятнистый олень и виргинские олени. Серые лисицы, обитающие на острове Каталина у побережья Калифорнии, никогда не достигают размеров материковых лисиц того же вида. С другой стороны, на некоторых островах обитают крупные рептилии, сохранившиеся еще со времен их господства на Земле. Крупнейшие из ныне живущих черепах обитают на Галапагосских островах, у побережья Эквадора, а крупнейшие ящерицы — комодские вараны — встречаются лишь на единственном острове в Индонезии.

Чудовищное извержение вулкана на острове Кракатау близ Явы в 1883 году дало возможность натуралистам проследить процесс быстрого заселения острова различными растениями и животными. Мощность взрыва была эквивалентна взрыву водородной бомбы мощностью 10 000 мегатонн; на воздух было поднято 24 кубических километра скал — от острова осталась только гора, покрытая лавой и пеплом. Были уничтожены все признаки жизни, хотя некоторые ученые считают, что кое-какие корни, споры грибов и почвенные организмы могли уцелеть в глубоких расщелинах. Этот полностью лишенный жизни остров оказался идеальной лабораторией для изучения процесса расселения растений и животных по поверхности Земли. Ожидалось, что заселение будет происходить довольно быстро, поскольку ближайший остров находился сравнительно недалеко, всего лишь в 40 километрах (на острове, находящемся в 19 километрах от Кракатау, в результате взрыва также исчезло все живое).

Так оно и случилось. Ботаники, посетившие остров через 9 месяцев после извержения вулкана, обнаружили на нем только одно живое существо: одинокого паука, плетущего паутину в тщетной надежде поймать хоть одну муху. Однако спустя три года ситуация сильно изменилась: на острове было уже 11 видов папоротников и 15 видов цветковых растений. Еще через 10 лет остров был покрыт зеленью. Вдоль берега возвышались молодые кокосовые пальмы, кое-где рос дикий сахарный тростник, обнаружены были даже четыре вида орхидей. Четверть века спустя на остров удалось пробраться представителям 263 видов животных — в основном насекомым, но также 16 видам птиц, 2 видам пресмыкающихся и 4 видам улиток. А менее чем через 50 лет после извержения весь остров уже снова был покрыт густым лесом, правда, молодым и еще низкорослым. В лесу жили позвоночные, относящиеся к 47 различным видам, в основном птицы и летучие мыши, а также два вида крыс.

КАК ПУТЕШЕСТВУЮТ РАСТЕНИЯ

В 1883 году после взрыва вулкана, уничтожившего все живое на острове Кракатау, семена, споры и плоды деревьев, занесенные различными птицами и другими животными, ветрами и океаническими течениями, положили начало возвращению жизни на остров. Птицы, насекомые, некоторые морские животные, а также человек ответственны за появление на острове примерно 8% видов, составляющих его новую флору.



ПЕМФИС АЦИДУЛА

Изображенные на этом рисунке семена *Pemphis acidula* (семейство дербенниковые) снабжены типичным приспособлением, позволяющим семенам трав прикрепляться к перьям птицы.

Как происходило это столь быстрое заселение? Незначительные по весу семена трав и орхидей, споры папоротников легко переносились ветром. Массивные кокосовые орехи приплыли по морю. Семена фигового и дынного деревьев могли попасть на Кракатау вместе с птицами, поедающими плоды и переносящими семена в пищеварительном тракте. Животные заносились на остров ветром или попадали вместе с различными плавучими предметами. Сейчас жизнь на Кракатау бесключом, но биоценоз еще не достиг равновесного состояния. Далеко не все некогда обитавшие на Кракатау растения и животные вернулись на остров, и отношения между видами еще не стабилизировались. Взять хотя бы крыс — в одни годы они так размножаются, что им не хватает пищи, в другие, наоборот, их очень мало.

Но нельзя забывать, что Кракатау находится всего лишь в 40 километрах от изобилующего жизнью острова. А как бы происходило заселение, если бы ближайший источник жизни отстоял на тысячи километров? В этом случае для восстановления растительного покрова потребовались бы тысячелетия, а возможно, и это излишне оптимистическая оценка. Изучение распределения растений на Яве и Суматре показало, что для заполнения всех экологических ниш может не хватить и нескольких миллионов лет. Вулканам этих островов как раз не более нескольких миллионов лет; они столь высоки, что равнинные тропические растения не могут расти на них. Таким образом, вершины этих вулканов представляют собой как бы экологические острова. При этом далеко не все вершины поросли растениями, даже, казалось бы, вполне приспособленными к местным климатическим и почвенным условиям. Одно из таких растений — горная примула, родом из Гималаев, встречающаяся на уединенных горных вершинах по всей Юго-Восточной Азии, — обнаружено и на некоторых вулканах Суматры, в 2400 километрах от материка. Однако на Яве, расположенной еще восьмьюстами километрами восточнее, горная примула встречается лишь на трех вулканах, тогда как на находящейся поблизости 17 других она полностью отсутствует, несмотря на точно такие же условия.

По той же причине, по которой на уединенных островах сильнее всего проявляется формообразующая сила изоляции, на них необыкновенно драматичны и последствия вторжения растений и животных, чуждых местной флоре и фауне. Животные, приспособившиеся к жизни на острове и утратившие из-за отсутствия врагов всевозможные защитные адаптации, оказываются совершенно беспомощными перед чужаками. Одицавшие собаки и кошки, домовые крысы и мыши, попадавшие на такие острова вместе с кораблями

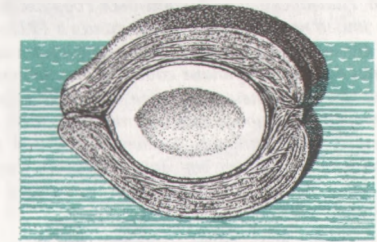
первооткрывателей, производили жестокие опустошения в животном мире островов, где всегда было мало хищников. На острове Лорд-Хау, расположенном у восточного берега Австралии, жили великолепные птицы. В 1918 году с потопившего корабля на остров попали крысы. За два года все птицы были уничтожены. Крошечные Маскаренские острова в Индийском океане за последнее время явились ареной гибели 16 видов животных. Такое вымирание или истощение видов, как правило, происходит вследствие неожиданного появления на острове тех или иных форм жизни, обычно пришлых, резко нарушающих равновесие в сложившемся биоценозе. Результатом этого является так называемый «экологический взрыв» — невиданное размножение растений или животных, ранее ограничивавшееся естественными преградами или присутствием других живых существ. Экологические взрывы бывают не только на островах — хотя здесь они часто проявляются в наиболее драматической форме, — но и в любых других местах. Практически полное уничтожение с лица Земли американского каштана произошло вследствие грибной болезни, завезенной в район Нью-Йорка вместе с растениями из Азии.

Нарушения сложившихся сообществ новыми, чуждыми извне видами в наиболее резкой форме сказались в Новой Зеландии, богатейшие фауна и флора которой подверглись, вероятно, необратимым изменениям. Многие в Новой Зеландии еще волнующе прекрасно, но взгляд эколога, ищущий остатки уникального растительного и животного мира, то и дело натывается на следы искромсанных бульдозерами и сельскохозяйственными машинами. Безусловно, Новая Зеландия подвергалась различным естественным воздействиям, связанным с изменениями климата, изменением, постепенными преобразованиями биоценозов, и до появления на ней цивилизованного человека. Маори, поселившиеся в Новой Зеландии за 400 лет до ее посещения капитаном Джеймсом Куком в 1769 году, изменили облик островов сильно, но не катастрофически. Они завезли в Новую Зеландию безвредных полинезийских крыс и неагрессивную породу собак; но те, ни другие не причинили заметного ущерба местной фауне.

Реальная опасность возникла тогда, когда в Новой Зеландии появились крысы и собаки, занесенные европейцами. Капитан Кук, вновь посетивший Новую Зеландию в 1773 и 1777 годах, завез сюда овец, коз, свиней, домашнюю птицу, картофель, капусту, репу и другие культурные растения и животных; последующие посещения островов мореплавателями и китобоями еще больше «обогатили» фауну и флору Новой Зеландии



Семена 32% видов, встречающихся сейчас на Кракатау, занесены на остров ветрами. Споры папоротников, например, настолько легки, что ветры могут переносить их на сотни километров. Семена других растений снабжены специальными парашютиками, крыльями, щетинками или кисточками, помогающими им подолгу удерживаться в воздухе.



КОКОСОВАЯ ПАЛЬМА

Остальные 60% растений попали на остров морем. Самые крупные из них — кокосовые пальмы — особенно хорошо приспособлены к морским путешествиям. Плотная вошенная кожура кокосовых орехов не пропускает воду, а волокнистая оболочка придает им плавучесть.



ПРЕСНОВОДНАЯ МИНОГА

Морская минога, заходящая в пресные воды на нерест, смогла приспособиться к постоянному существованию в новых для нее условиях. Попаст в Великие озера минога могла с 1829 года, когда в обход Ниагарского водопада был сооружен канал Уэлленд. Однако этого не произошло, пока канал в 1913—1918 годах не углубили. По-видимому, озеро Эри оказалось слишком теплым для миног, но в последующие годы они постепенно проникли в Гурон, Мичиган и наконец в Верхнее озеро. В холодных водах этих озер миноги размножились настолько, что в последние два десятилетия превратились в настоящий бич рыбного хозяйства. Особенно страдает от миног озерная форель.

чуждыми ей видами. В то время было принято держать на кораблях различных животных, с тем чтобы выпускать их на островах с пригодными для их жизни условиями. При этом руководствовались стремлением обеспечить себе запасы свежего мяса при возвращении на этот же остров, а также желанием облагодетельствовать туземцев. Позднее на острова завезли черного и певчего дроздов и такие европейские растения, как ежевика и вечнозеленую малину. Это было двойной ошибкой, поскольку именно дрозды в значительной степени способствовали стремительному распространению этих обычно медленно расселяющихся растений. Где-то около 1870 года серьезной проблемой стали кролики; для борьбы с ними завезли хищников — куниц и хорьков. Хищники размножились, но численность кроликов при этом существенно не изменилась.

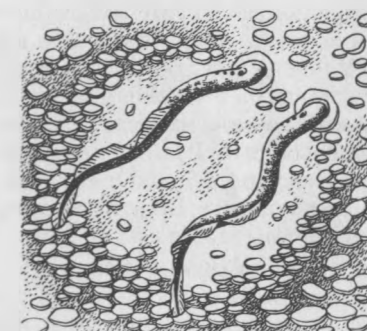
Завоз европейских животных и растений усилился в прошлом столетии, когда у новозеландцев появилось желание перенести наиболее дорогие их сердцу черты европейской природы на их новую родину и создать в Южном полушарии точное подобие Англии. Было завезено около 130 видов птиц — примерно 30 из них прижились на новых местах. Из млекопитающих осваивать новые места приехали американский лось, олень вапити, белохвостый и чернохвостый олени из Северной Америки; благородный олень и лань из Европы, олень замбар, пятнистый олень и дикий баран из Азии. Подаренные императором Францем Иосифом серны настолько размножились в Новой Зеландии, что их численность едва ли не превысила численности их популяции на родине, в Альпах. Из 48 завезенных видов млекопитающих 25 вели дикий образ жизни, в том числе одичавшие потомки домашних свиней, лошадей, овец, коз и кошек. Популяции оленей и ланей достигли огромных размеров. Вместе с одичавшими козами и свиньями они опустошали древние дремучие леса. Самым страшным вредителем, почти полностью объедающим деревья, оказался австралийский опоссум, или кускус, завезенный в 1858 году из Австралии в качестве пушного промыслового зверя. Эти мелкие сумчатые теперь так размножились, что приходится обивать железом столбы линий электропередач, в противном случае взбирающиеся на столбы животные часто служат причиной коротких замыканий.

Что касается растений, то на Новую Зеландию было завезено примерно 400—600 новых видов. Правда, не все они укоренились и стали теснить местную флору, зато некоторые из них разрослись чудовищно. Европейский водяной кресс, или жеруха, у себя на родине достигает довольно скромных размеров; в Новой Зеландии у него вырастают стебли толщиной в человеческую руку и длиной до четырех метров; бывает, что им сплошь за-

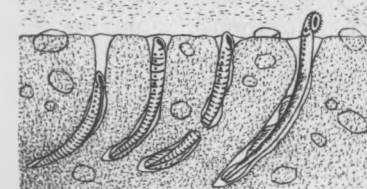
стилают реки. Большая часть новозеландских животных погибла, превратившись в степи, как прародители, бесплодные. Началась безудержная эрозия; когда судорожные реки, которые текли в поросших лесами берегах, ныне превратились в жалкие ручейки, лишь в сезон дождей вскипающие мутными потоками.

Новая Зеландия стала ареной не единичного биологического взрыва, а серии взрывов, которые выносили за собой огромные разрушения в переломной флоре и фауне. Примерно то же самое происходило и происходит по всему земному шару: на островах и континентах, в озерах и реках, в горах и пустынях, даже в морских глубинах. С каждым десятилетием все более стираются различия между областями Уоллеса. Животные, сами по себе не способные преодолеть преграды между биогеографическими областями, ныне с помощью человека легко проникают из одной области в другую и стремительно размножаются там. Так, например, в период между 1830 и 1890 годами на Британские острова в несколько мест завезли из Северной Америки серую белку. К 1900 году она встречалась уже в 33 местах, а общая площадь ее ареала составляла около 3500 квадратных километров. Известен случай, когда число белок за семь лет увеличилось с 274 до 1000. Еще более взрывоподобными были последние переселения ондатры. В 1905 году один финский землевладелец выпустил на волю 5 зверьков, привезенных из Северной Америки; впоследствии его примеру последовали еще несколько человек, желавших обогатить фауну своей страны новым пушным зверем. В настоящее время в Европе обитает несколько миллионов ондатр; завезенные в Советский Союз, они распространились по всей системе великих сибирских рек и рек европейской части Союза. Даже в маленькой Финляндии годовой промысел ондатры составляет от 100 000 до 240 000 шкурок. Англичанам удалось избавиться от ондатры, истребив десятки тысяч зверьков, обосновавшихся на Британских островах; однако цена этого избавления оказалась высокой: множество невинных зверьков и птиц погибли в ловушках, предназначенных для ондатр. Только на двух реках в Шотландии было уничтожено более 1000 ондатр, при этом в ловушки попало 5783 других млекопитающих и птиц.

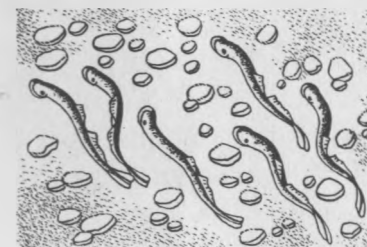
Список инородных животных, завезенных в последние им биогеографические области, весьма длинный, и в нем нередко встречаются животные, завезенные в наше время чрезвычайно типичные для того или иного ландшафта. Возьмем к примеру скворца; это европейская птица, выпущенная на волю в центральном парке Нью-Йорка в 1891 году. Ныне скворцы распространены по всей Америке от атлантического до тихоокеанского побережья и от Аляски до Мексики. То же самое



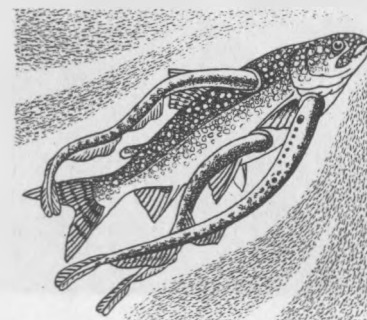
НЕРЕСТЯЩИЕСЯ ПОЛОВОЗРЕЛЫЕ МИНОГИ



РАСТУЩИЕ ЛИЧИНКИ



РАССЕЛЯЮЩИЕСЯ МАЛЬКИ



ПАРАЗИТИРУЮЩИЕ ВЗРОСЛЫЕ МИНОГИ

РАЗЛИЧНЫЕ СТАДИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МИНОГИ

В результате десятков лет упорной работы над проблемами регуляции численности миног удалось установить, что единственная стадия жизненного цикла, на которую можно как-то воздействовать, — это личинки. Всевозможные ловушки и даже электрические заграждения, которые убивали расселяющуюся молодь или взрослых рыб, идущих на нерест, оказались неэффективными. Только в 1958 году был открыт яд, убивающий личинок миноги (личиночная стадия длится у миног пять лет). С этим открытием появилась надежда восстановить богатые рыбные промыслы Великих озер.

можно сказать о морской миноге, примитивной рыбе, присасывающейся к другим рыбам и питающейся их кровью и соками; примерно в 1918 году через канал Уэлленд она проникла в озеро Эри, из Эри — в другие озера и в какие-нибудь несколько десятилетий опустошила некогда богатейшие промыслы лососевых рыб Великих озер. Непарный шелкопряд, насекомое, борьба с которым ежегодно стоит Соединенным Штатам примерно два миллиона долларов, завезен из Европы и случайно выпущен на волю одним французом в штате Массачусетс во время экспериментов по скрещиванию его с тутовым шелкопрядом. Фактически очень многие особо опасные североамериканские вредители — это не исконные обитатели Америки, а насекомые, завезенные с других континентов и из-за отсутствия своих паразитов и хищников лишенные факторов, которые контролировали бы их численность.

Мы живем в то время, когда идет интенсивное смешение многих видов, происходящих из различных частей света. Растения и животные пришли в движение. Проникшая из Бразилии вирусная болезнь, миксоматоз, поразила недавно кроликов Австралии, Британии и Западной Европы. В последние годы в Европу из Америки проник колорадский жук и нанес сильный ущерб урожаю картофеля. Куда ни взглянешь, везде происходят резкие сдвиги в природных равновесиях. Вот уже сто лет, как человек завозит различные виды в чуждые им биогеографические области. Процесс постепенных изменений в сообществах, прежде растянутый на миллион лет, в наши дни невиданно ускорен человеком. «Мы не имеем права ошибаться», — утверждает видный эколог Чарльз Элтон — «Мы являемся свидетелями величайших преобразований фауны и флоры Земли».



Летящие ветром споры папоротников дают побеги — начало возрождения жизни на залитых потоками лавы склонах вулкана Мамагира в Конго.

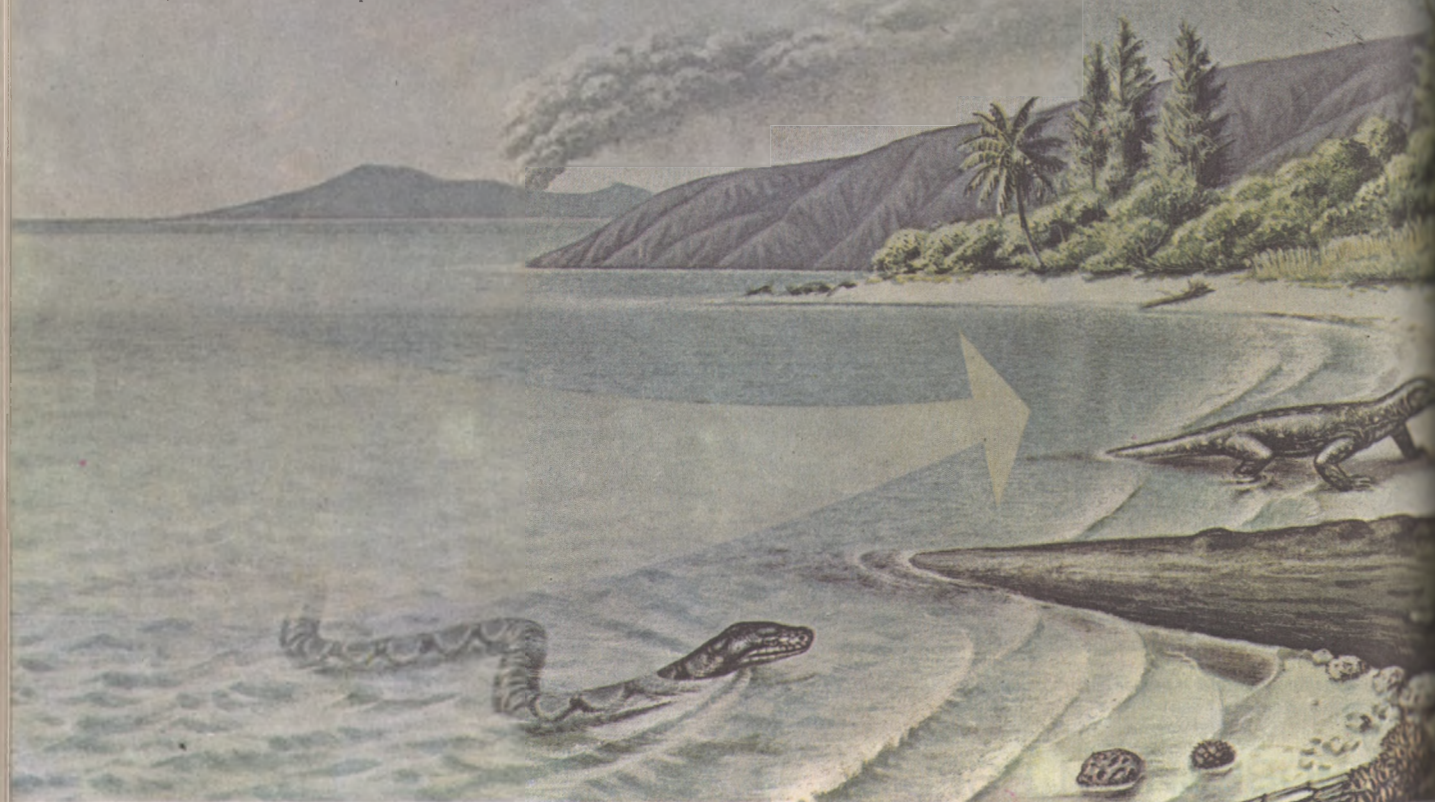
РАВНОВЕСИЕ И ВЗРЫВ

Потрясающая способность многих растений и животных к расселению часто не проявляется в их нормальной жизни в уравновешенных сообществах. Но в результате какого-либо стихийного бедствия — будь то извержение вулкана или завоз человеком чуждых местному живому миру растений или животных — сила, позволившая когда-то жизни завоевать Землю, начинает действовать и приводит к неожиданным и необратимым последствиям.

Возвращение жизни на остров Кракатау

Когда однажды ранним августовским утром 1883 года на острове Кракатау взорвалась вершина вулкана, то для всего живого, населявшего остров, наступил конец света. После этого апокалиптического взрыва не осталось никаких признаков жизни: ни растений, ни животных, ни семян, ни спор. Когда осел пепел и остыла лава, остров был столь же безжизненным, как и поверхность Земли миллиарды лет назад, на самой заре ее существования.

Ученым эта гигантская катастрофа предоставила совершенно беспрецедентные возможности. Сколько потребуется времени для того, чтобы на Кракатау вновь сформировался биоценоз? Кто первым проникнет и обоснуется на острове, как дальше пойдет развитие жизни?



Возрождение жизни на Кракатау происходило и с моря, и с воздуха; большая часть растений и животных прибыла с Явы и Суматры, расположенных примерно в 40 километрах от Кракатау. На схеме слева виды, прибывшие различными путями, обозначены разным цветом: зеленым — прибывшие по морю, синим — занесенные ветром, фиолетовым — воспользовавшиеся услугами птиц. Первым на острове через 9 месяцев после взрыва был обнаружен плетущий паутину паук (1). Занесенные ветрами сине-зеленые водоросли подготовили условия, в которых уже могли прорасти микроскопические споры мхов, папоротников (2) и таких цветковых растений, как эмилия (3) и веделия



(4). Море выбросило на берег семена калофиллума (5), турнефорции (6) и ипомеи (7); все они проросли и пустили корни. По мере того как формировался почвенный покров, растениям стало все легче обживать на острове. В 1896 году занесенные ветром семена дикого сахарного тростника дали буйные побеги, и даже крохотные спороподобные семена прихотливой крапивы (8) нашли себе подходящее пристанище. Проросли и занесенные прибоем выше верхней отметки прилива семена тропических деревьев, как баррингтония (9), казуарина (10) и кокосовая пальма (11). Случайные птицы и насекомые, вероятно, довольно часто попадали на остров, и, по мере того

как появлялись необходимые для их существования растения, они оставались здесь. В пищеварительных трактах птиц на остров заносились семена фигового дерева (12) и других растений. Некоторые семена прилетали, прицепившись к перьям птиц. Если не считать таких отличных пловцов, как питон (13) и варан (14), большинство пресмыкающихся — гекконы (15), агамы (16) и сцинки или их яйца — попадали на остров в основном на плавающих деревьях. Через 50 лет стало ясно, что жизнь на острове вернулась — вырос молодой лес, а фауна насчитывала уже более 1200 видов различных животных.



Дерево, создающее почву

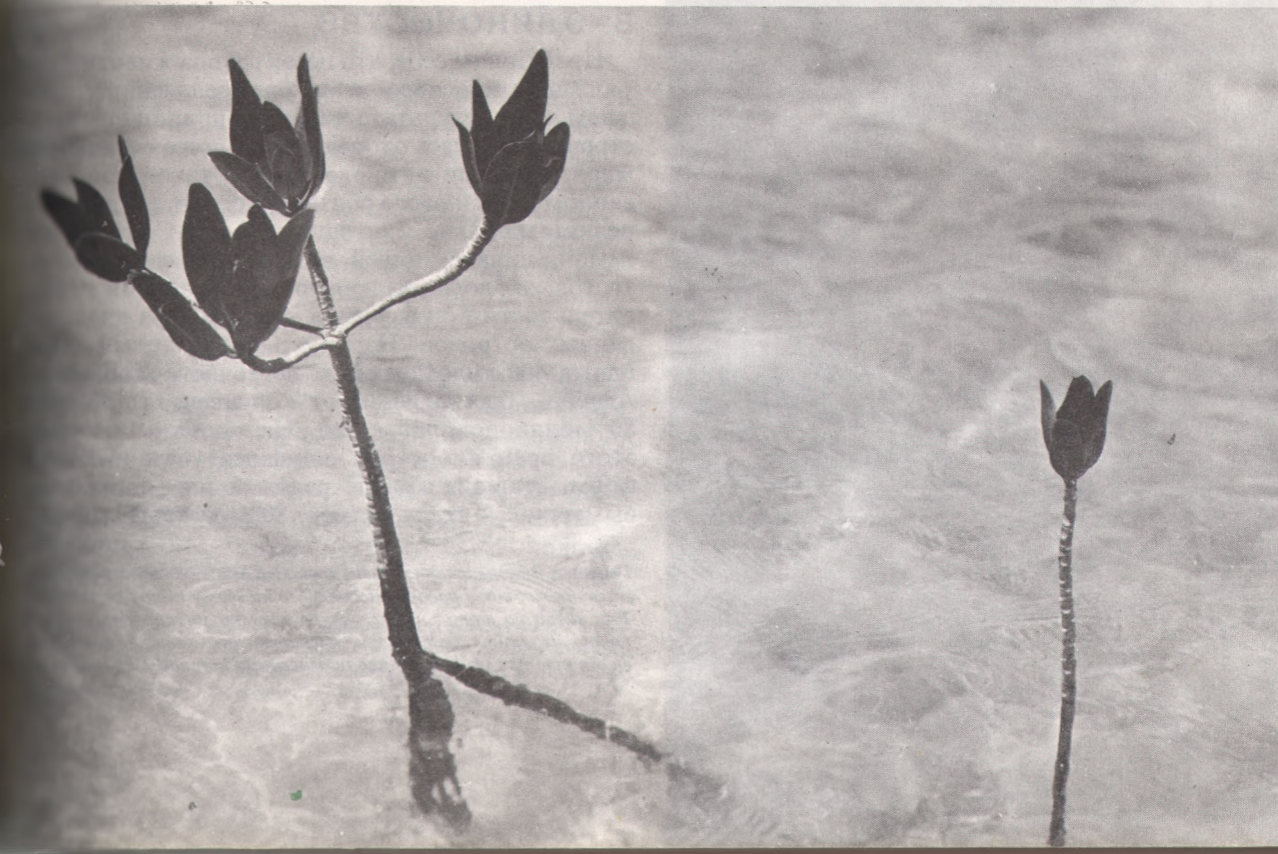
В соленой или солоноватой воде тропических и субтропических заливов и заводей красное мангровое дерево приспособилось не только просуществовать в условиях, не пригодных для других деревьев, но даже создавать себе почву. Корни и ветви этого дерева, на первый взгляд бессмысленно спутанные, в действительности образуют сеть, в которой застревают плавающие в прибрежных водах остатки листьев, водорослей; постепенно из такой разлагающейся массы образуется некое подобие почвы. Мангровый лес может вырасти из одного-единственного отростка, снабженного длинным корешком, который появляется у него перед отделением от родительского дерева. Из такого ростка почти всегда рано или поздно образуется деревце; он может на тысячи километров переноситься морскими течениями, способен прорасти и под илом. Где бы росток в конце концов ни оказался, он везде моментально осваивается — даже на песчаной отмели — и начинает быстро расти.

Мелкие заросли медленно разрастаются по мере того, как образуются новые ростки. Из запутывающихся в их корнях остатках плавающих остатков образуется почва.

Выставив корни, мангровое дерево растет со скоростью два с половиной сантиметра в час и начинает плодоносить, достигнув высоты немногим больше метра.



Находящиеся на разных стадиях развития и снабженные корешками, висят на мангровом дереве ростки. Прежде чем такой росток отломится от родительского дерева, его корешки достигнут 30 сантиметров в длину и около 1,2 сантиметра в диаметре.





Изображенный на фотографии хамелеон представляет собой одну из самых крупных разновидностей этих пресмыкающихся. На Мадагаскаре живут и самые мелкие (около четырех сантиметров) и наиболее крупные (более семидесяти сантиметров) представители этого семейства — всего около 40 видов.

80 миллионов лет в одиночестве

Представим себе, что некая группа животных — ряд видов, приспособленных к определенным условиям, — в результате какой-то природной катастрофы оказалась оторванной от всего остального мира. Будет ли идти эволюция в таком изолированном мире или его обитатели останутся живыми реликтами давно минувших времен? С этой проблемой, привлекающей внимание писателей-фантастов, экологи сталкиваются в реальной действительности при изучении живого мира изолированных островов. Например, Мадагаскар, лежащий в 400 километрах от восточного побережья Африки, был отрезан от континента примерно 80 миллионов лет назад. На протяжении всего этого времени остров оставался убежищем для форм, ставших крайне редкими или полностью вымерших. Так, например, 80% растений, произрастающих на острове, не встречаются нигде за пределами Мадагаскара.

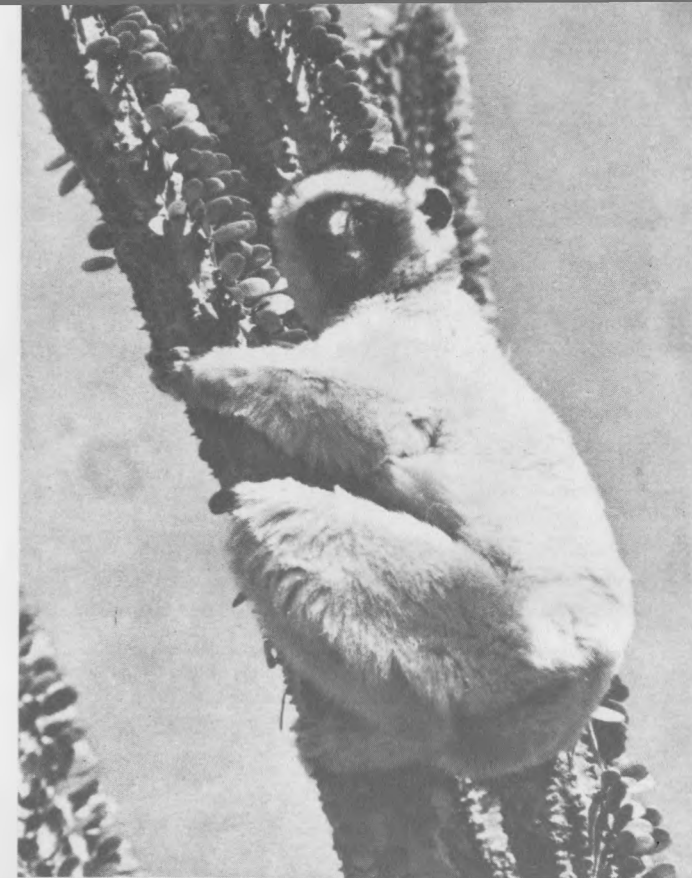
Гекконы Мадагаскара — вероятно, самые примитивные представители этого распространенного по всему свету семейства. Как видно на фотографии, геккон искусно маскируется, совершенно не отбрасывая тени, поскольку его «кожаная» оболочка вплотную прилегает к стволу дерева, на котором он сидит.



Известно, что этот колючий тенрек относится к наиболее примитивному семейству насекомоядных млекопитающих. Его ближайшими родственниками являются обитающие в Восточной Африке семидесятисантиметровые щелезубы.

Мадагаскар представляет собой родину хамелеонов; на нем обитает половина всех видов хамелеонов, известных науке. Здесь обитающих птиц представители 46 родов больше нигде не встречаются. Интересны мадагаскарские лемуры — приматы, в других местах не выдержавшие конкуренции со своими африканскими сородичами, обезьянами, и вымершие. Несмотря на мелкие размеры и мозг, развитый намного слабее, чем у обезьян, лемуры в условиях изоляции преуспели, и сейчас на Мадагаскаре обитают множество видов, ведущих как ночной, так и дневной образ жизни и занимающих самые различные экологические ниши. Преуспеванию лемуров способствует суеверие туземных племен, считающих, что лемуры когда-то были людьми, поэтому наложивших табу на их уничтожение.

Сифака — самый красивый лемур с его белым воротником и манжетами походит не только что постриженного пуделя в милом платьице. Это одно из самых красивых животных на Земле; к тому же сифака — лемур травояден и легко приручается.



Сифака, наиболее обезьяноподобный из всех мадагаскарских лемуров, прицепился к *Didier* — растению, которое растет только на Мадагаскаре, лишено веток и внешне напоминает кактусы, но ни в каком родстве с ними не состоит.

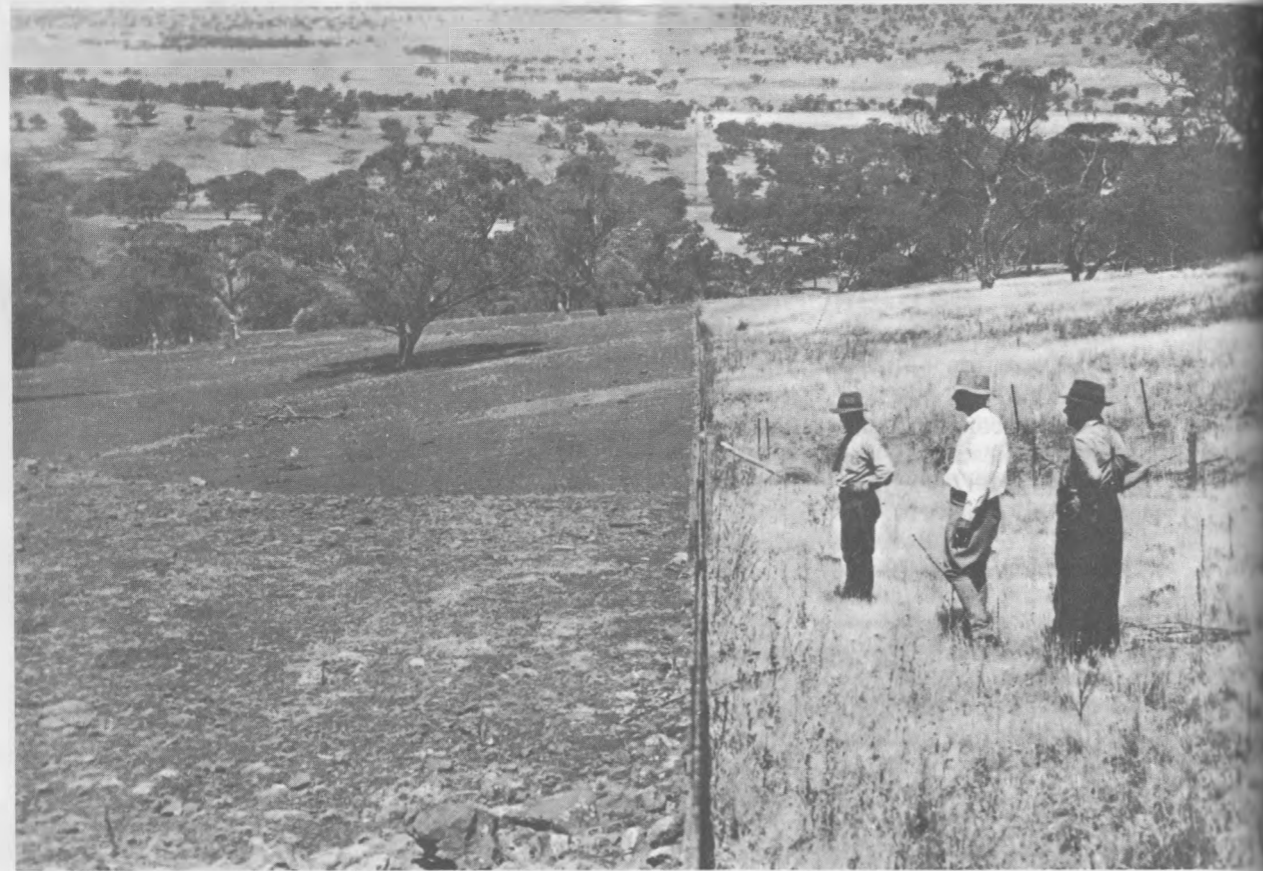




Основным оружием в войне с кроликами в Австралии были биологические средства борьбы. Сотрудники правительственного ведомства по изучению дикой природы испытывают эффективность миксоматоза на подопытных животных.

Опасные чужаки

Эволюция в условиях изоляции имеет и оборотную сторону. Животные, попавшие на уединенный остров, оказываются хоть и в чуждых им, но зачастую благоприятных условиях и при отсутствии факторов, контролирующих их численность (в частности, хищников), могут чудовищно расплодиться. Австралия испытывает последствия такого массового размножения вот уже на протяжении ста лет — с тех самых пор, как на волю были выпущены завезенные из Европы кролики: колонистов надо было обеспечить мясом и шкурками. Не встретив конкуренции, кролики с фантастической быстротой — более 110 километров в год — расселились по континенту и скоро, опустошив пастбища, представили собой серьезную угрозу для скотоводства. Ничто не могло остановить их, пока после второй мировой войны в Австралию не проник вирус миксоматоза. Болезнь опустошительным ураганом прошла по популяциям кроликов; первое время смертность была стопроцентной, однако впоследствии она несколько снизилась, возможно, в результате возникновения новых, невосприимчивых к болезни линий кроликов.



Специальное заграждение, установленное для защиты от кроликов, позволяет получить представление об опустошительной силе кроличьих полчищ. Слева от заграждения — все, кроме нескольких крупных деревьев и кустов, обглодано кроликами; земля практически превращена в пустыню. Буйная естественная растительность по другую сторону забора — это пастбища в первозданном виде.



Аргентинские нутрии, известные своим ценным мехом, разводятся на огороженном участке вблизи Буэнос-Айреса. В Великобритании и США несколько сбежавших на волю и не встретивших никаких естественных врагов животных невиданно размножились. Мышь, которая в огромном числе роет эти зверьки, могут представлять серьезную опасность для плотин, каналов и сточных сооружений.



Великолепные водяные гиацинты — предмет экспорта Конго — в настоящее время представляет собой серьезную опасность для водных путей этой молодой республики. Есть надежда, что фактором, препятствующим неограниченному росту этих растений, могут стать гиппопотамы, которые охотно употребляют их в пищу.

Нашествие растений

Не менее серьезными могут быть последствия беспрепятственного роста и размножения некоторых растений. Опунцию завезли в Австралию в качестве материала для живых изгородей и продукта питания; она разрослась на территории более 60 миллионов акров, прежде чем дальнейшее ее расселение было остановлено насекомыми-паразитами. Так называемая «козья трава», случайно завезенная в Калифорнию из Европы в конце XIX века, к 1940 году заполонила более четверти миллиона акров некогда отличных пастбищ; ее нашествие также обуздали насекомые-паразиты. До сих пор не найдено управы на водяные гиацинты, буйно разросшиеся в реках и каналах Луизианы, Конго и других стран и сильно мешающие навигации. Эти эффектные растения с цветками, похожими на орхидеи, были завезены в Нью-Орлеан из Венесуэлы во время выставки хлопка в 1884 году. Очарованные прелестными цветами, посетители выставки приобретали рассаду и затем высаживали ее в своих прудах и реках. Гиацинты быстро распространились по рекам и каналам всей округи, разрастаясь иногда настолько, что полностью останавливали навигацию.

Драга с трудом продирается сквозь заросли гиацинта в Луизиане. У каждого растения за 50 дней появляется более 1000 потомков, и поэтому любое выкашивание или даже выдергивание с корнями дает лишь временный эффект.





Содержащиеся в сосуде плодовые мушки каждый час откладывают яички в новую чашку Петри. Даже когда дрозофилы полностью изолированы от внешнего мира, максимальное число отложенных яичек приходится на сумерки.

4 Ритмы, циклы и биологические часы

«Оснувшись цветка, ты тем самым потревожишь и звезду», — писал поэт-мистик Френсис Томпсон. Он, конечно, преувеличивал, однако между движением небесных тел и живыми организмами на Земле действительно существует связь. Живые существа не только улавливают свет и тепло солнца и луны, но, как это было показано, обладают различными механизмами, точно определяющими положение Солнца, реагирующими на ритм приливов, фазы Луны и движение нашей планеты. Даже человек не столь невосприимчив ко всем циклическим изменениям, затрагивающим растения и животных, как мы склонны думать. Большинство культивируемых растений и разводимых человеком животных растут и размножаются в ритме, который приурочен к продолжительности дня и к смене времен года, обусловленным в свою очередь движением Земли вокруг Солнца.

Лишь в немногих местообитаниях — в темных пещерах, в нижних слоях почвы да в морских глубинах — на биоценозы почти не влияет движение светила. В других местообитаниях все живое испытывает на себе периодически изменяющиеся внешние воздействия. Дважды в сутки, на рассвете и на закате, активность входящих в сообщество животных и растений меняется так сильно, что приводит к почти полной смене «действующих лиц». Это так называемый суточный ритм, и обусловлен он периодическим изменением освещенности из-за вращения Земли вокруг своей оси. Если в зеленых растениях фотосинтез идет только в светлое время суток, то большинство грибов, не содержащих хлорофилла, растет одинаково как днем, так и ночью. Некоторые виды животных активны лишь при солнечном свете, другие, напротив, его избегают. Различия между дневным и ночным образом жизни — явление сложное, и связано оно с разнообразными физиологическими и поведенческими адаптациями, выработавшимися в процессе эволюции. Млекопитающие, например,

обычно более активны по ночам, хотя существуют и исключения, в частности человек. Зрение человека, так же как и зрение его ближайших родственников — человекообразных обезьян, — приспособлено к дневному свету; помимо прочего, оно у человека цветное, и поэтому ему особенно необходим свет. Развитие других животных шло иными путями, так что в итоге они оказались приспособленными либо к ночному, либо к дневному, либо к сумеречному образу жизни.

Итак, большинство сообществ включает в себя две группы видов — дневную и ночную, — почти не встречающихся друг с другом. На закате дневные животные — большая часть птиц, насекомых и ящериц — отправляются спать, а мир заполняют ночные животные. Просыпаются и становятся активными некоторые птицы — совы, козодои, гуахаро — и многие млекопитающие. Из насекомых ночной образ жизни ведут лишь некоторые древние виды, вроде тараканов и термитов, тогда как большинство «молодых» видов — пчелы, осы, бабочки — связаны со сравнительно недавно возникшими цветковыми растениями и потому активны днем — в часы, когда цветки раскрыты. Ночные мотыльки — это близкие родственники бабочек, но в отличие от них питаются нектаром цветков (как правило, белых или светло-желтых), распускающихся по ночам. Среди животных, например белок, встречаются близкородственные виды, приспособленные к разному образу жизни, — одни к дневному, другие к ночному. Так, летяги активны только ночью, и хрусталик у них бесцветный; серая и гудзонская бурундуковая белки, встречающиеся иногда в одних и тех же лесах, ведут дневной образ жизни, и их хрусталик желтоватый. Такой цвет хрусталика объясняется высокой интенсивностью дневного света — хрусталик играет роль светофильтра.

Суточный ритм четко ощущается в жизни морей и больших озер. Мириады крошечных животных под общим названием зоопланктон ежедневно совершают вертикальные миграции, поднимаясь к поверхности на ночь и опускаясь вглубь днем. Вслед за зоопланктоном вверх-вниз перемещаются питающиеся им животные покрупнее, а за ними — и совсем крупные хищники, которые охотятся на планктоноядных. Считается, что такие регулярные вертикальные перемещения планктонных организмов подвержены влиянию многих факторов: освещенности, температуры, солености воды, гравитации, просто голода; однако первичным, по-видимому, является освещенность, так как именно ее изменение может вызывать изменение реакции животных на гравитацию. Считается, что, когда освещенность велика, животное реагирует на притяжение Земли и уходит вглубь. С его погру-

жением темнота сгущается, и наконец, когда животное достигает глубины, на которой свет уже не оказывает стимулирующего воздействия, оно останавливается. Ближе к вечеру освещенность на той глубине, на которой остановилось животное, падает еще ниже, и тогда реакция животного меняется на обратную — вся популяция зоопланктона поднимается к поверхности воды и приступает к питанию фитопланктоном, накопившим за дневные часы некоторый запас материализованной в биомассе энергии.

Другое объяснение вертикальных миграций зоопланктона сводится к предположению о том, что животные предпочитают все время находиться в зоне постоянной умеренной освещенности и в равной мере избегают как больших, так и меньших освещенностей. Правда, остается непонятным, как может положительно сказываться на выживании необходимость постоянно тратить часть энергии на регулярные подъемы и спуски, тем более что от хищников планктонные организмы при этом не избавляются, поскольку хищники также мигрируют вверх и вниз вслед за планктоном. Возможно, преимущества такого образа жизни и состоят в периодической смене условий: животные попадают то в поверхностные слои с сильными течениями, то на глубины, где течения отсутствуют. Таким образом, эти сами по себе малоподвижные существа могут переходить из одних условий в другие, просто погружаясь или всплывая.

В общих чертах то же самое происходит и в больших озерах. Тщательное изучение вертикальных миграций зоопланктона, позволившее определить интенсивность и скорость таких перемещений, было проведено на озере Люцерн, в Швейцарии. Характер вертикальных миграций различается у разных видов и даже на разных стадиях жизненного цикла одних и тех же организмов. В результате самых верхних слоев различные животные достигают в разные ночные часы; не одновременно происходит и погружение. Различия в реакциях на освещенность приводят к тому, что в любой час суток зоопланктон в целом распределен по различным глубинам.

Хотя многие животные обнаруживают только дневную или только ночную активность, однако есть и такие, которые в случае необходимости могут менять свой образ жизни. Так, многие лесные и водоплавающие птицы активны обычно днем, а перелеты они совершают по ночам. Коровчатые черепахи ведут дневной образ жизни, но яйца откладывают ночью. Некоторые члены сообществ, например улитки и слизни, могут менять свое поведение в зависимости от влажно-

сти, хотя обычно они наиболее активны в самые темные вечерние часы. Натуралисты давно обратили внимание на то, что в районах, где очень много охотников, дичь склонна переходить к ночному образу жизни, хотя те же самые животные в других местах, где человек их не слишком тревожит, активны исключительно днем. Было также замечено, что североамериканская пума, африканский лев и индийский тигр сдвигают часы выхода на охоту поближе к ночи, чтобы избежать встречи со своим злейшим врагом — человеком.

Никогда не прекращающаяся смена времен года, обусловленная вращением Земли вокруг Солнца, всегда поражает и восхищает человека. Весной все живое пробуждается от глубокого сна по мере того, как тают снега и ярче светит солнце. Лопаются почки и распускается молодая листва; молодые зверята выползают из нор, в воздухе швепают насекомые и вернувшиеся с юга птицы. Наиболее заметно смена времен года протекает в лесах зоны умеренного климата, но так или иначе происходит она повсюду, и различные сообщества лишь по-разному реагируют на соответствующие изменения внешних условий.

Человек часто связывает наиболее характерные черты прихода весны — прилеты с юга птиц и высвобождение птенцов, распускающиеся листья и цветы в лугах и лесах — с изменением температуры, тогда как в действительности решающим фактором во многих случаях является увеличение продолжительности дня. Продолжительность дня меняется на протяжении всего года: дольше всего солнце светит в день летнего солнцестояния в июне, меньше всего — в день зимнего солнцестояния в декабре. У многих живых существ есть специальные физиологические механизмы, реагирующие на продолжительность дня и в соответствии с этим изменяющие их образ действий. Долгое время оставалось тайной, как куколки бабочек-сатурний узнают о том, что наступила весна и пора вылезать из кокона. Оказалось, что свет проникает сквозь плотный кокон и достигает мозга куколки сквозь особые прозрачные участки в покрове головы. Специальное устройство в мозге бабочки регистрирует продолжительность светлого и темного периодов суток. Пока продолжительность дня составляет лишь 8 часов, куколка спокойно спит, поскольку на дворе еще зима, но как только день становится длиннее, 26 особых нервных клеток в мозге бабочки начинают выделять специальный гормон, пробуждающий куколку.

Было показано, что сезонные изменения мехового покрова некоторых млекопитающих также определяются относительной продолжительностью дня и ночи и, как правило, не зависят от температуры. Постепенно искусственно сокращая светлое время суток в вольерах, ученые как бы имитировали осень и добились того, что содержа-

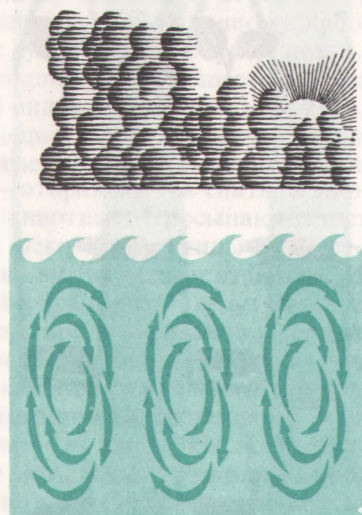


БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

Поразительная точность работы биологических часов, управляющих жизнедеятельностью многих растений и животных, является объектом увлекательнейших лабораторных исследований. Как видно из приводимых выше кривых, листья бобовых, например, на ночь свисают, а днем снова расправляются. График активности крысы состоит из последовательно чередующихся прямоугольных ям (день — крыса спит) и плато (ночь — крыса бодрствует). Комнатные мухи, как правило, вылетают из куколок утром. Эта адаптация имеет столь глубокие корни, что даже в условиях постоянных освещенности, температуры и влажности мухи сохраняют свойственную им периодичность поведения.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРСКИХ ПАСТБИЩ

Обитающие в океанах диатомовые водоросли не менее подвержены сезонным изменениям, чем растения суши. Освещенность, температура и содержание различных солей в морской воде оказывают сильное влияние на жизнедеятельность водорослей.



ЗИМА

Зимой необходимые для жизни минеральные вещества скапливаются в глубинах моря, куда оседают продукты разложения различных погибших осенью существ. Затем штормы перемешивают воду и выносят эти вещества на поверхность, где они поглощаются диатомовыми водорослями.



ВЕСНА

Весной дни становятся длиннее и процесс фотосинтеза — интенсивнее. Поскольку в поверхностных слоях воды к этому времени содержится уже много нитратов и фосфатов, создаются идеальные условия для бурного роста диатомовых водорослей.

щиеся в неволе горностаи и ласки раньше времени меняли свой коричневатый летний наряд на белый зимний. Когда продолжительность дня снова искусственно увеличивалась, зверьки снова темнели. Зайца-беляка удалось даже заставить весной не линять летом, создавая ему круглогодично «зимние» условия — при продолжительности светлого времени суток 9 часов, — хотя температура летом доходила до + 21° С.

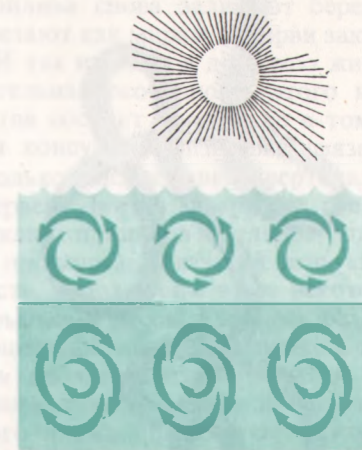
Смена времен года определяет очень многие ритмы в жизни сообщества. Одно из наиболее тщательных исследований различных сторон сезонной активности, проводившееся несколько десятков лет назад в штате Висконсин, выявило 328 различных явлений в жизни сообщества, связанных со сменой времен года: цветение лесных, полевых и луговых растений, пробуждение от спячки различных млекопитающих, возвращение с юга птиц и т. д. и т. п. Более того, повторное изучение того же сообщества, проведенное двенадцать лет спустя, показало, что многие сезонные явления закономерно повторяются из года в год, хотя происходить они могут не строго по календарю, а несколькими днями раньше или позже; а отсюда и пробуждение от спячки у одного вида может наступить чуть раньше или чуть позже других. И действительно, хотя времена года сменяются закономерно, редко бывает так, чтобы июнь нынешнего года в точности совпадал с прошлым годом, и вполне вероятно, что июнь будущего года будет также несколько отличаться от нынешнего. В иные годы некоторые насекомые бывают в июне более или менее многочисленны, чем в предыдущие годы, больше или меньше может быть каких-то цветов в полях и лугах. Говоря о смене времен года, мы, как правило, представляем себе леса умеренного пояса, тогда как очень похожие сезонные изменения происходят и в полярных районах или, например, в озерах, где эти изменения в первую очередь затрагивают поверхностные слои воды, которые летом быстрее нагреваются, а зимой быстрее остывают. В некоторых тропических районах времена года делятся не на теплые и холодные, а на сухие «летние» и влажные «зимние». Волны жизни в тропиках вздымаются во влажные сезоны и спадают в сухие, хотя эти сезонные изменения и не столь контрастны, как в зоне умеренного климата.

Многие из нас не подозревают, что смена времен года ощущается в умеренных широтах не только на суше, но и в океане, в результате изменений освещенности, температуры воды и количества различных питательных веществ. Глядя на море, трудно даже представить себе колоссальное количество мельчайших растений-продуцентов, пассивно плавающих у поверхности

в каждом кубическом метре морской воды может находиться до 50 миллионов растительных клеток, содержащих хлорофилл. Наиболее важными первичными продуцентами в море являются диатомовые водоросли; они образуют своего рода пастбища, на которых пасутся различные морские «травоядные». Зимой вода становится холодной и солнце светит слабо — рост и размножение водорослей замедляются. Весной потепление поверхностных слоев приводит к бурному размножению диатомовых, использующих накопившиеся за зиму запасы питательных веществ, главным образом нитратов и фосфатов. В это время года каждая диатомовая водоросль может делиться ежедневно. Таким образом, из одной единственной водоросли завтра образуется уже две, послезавтра — четыре, а к концу недели — 128 особей. В результате, например в заливе Мейн, максимальная концентрация водорослей в морской воде может в 1000 раз превышать минимальную, а в особо благоприятных условиях — и в 10 000 раз.

Бурное размножение диатомовых влечет за собой всплеску численности зоопланктона: различных видовых рачков, личиночных стадий морских моллюсков, червей и ракообразных, взрослых веслоногих и даже мальков рыб. Все они либо сами пасутся на обширных морских пастбищах, либо питаются мелкими существами, непосредственно поедающими диатомовые водоросли. Но вскоре численность диатомовых водорослей резко падает не только потому, что они поедаются зоопланктоном, но и в результате истощения запасов нитратов и фосфатов в морской воде. Осенью происходит еще одна вспышка размножения диатомовых, правда не столь бурная, как весной, поскольку к этому времени уже охлаждается вода и меньше светит солнце. Причиной осеннего размножения диатомовых являются сильные осенние штормы, которые перемешивают воду и выносят на поверхность нитраты и фосфаты, скапливающиеся на глубине в результате разложения и оседания растительных и животных остатков.

Общепринято считать, что существует четыре времени года, экологи же, изучающие сообщества умеренного пояса, обычно выделяют шесть времен года, четко различающихся по набору видов в сообществах: зима, ранняя весна, поздняя весна, раннее лето, позднее лето и осень. Так, нашего лета года на четыре сезона не придерживаются птицы: состав сообщества птиц, в которое входят как постоянные обитатели данной местности, так и птицы, проводящие здесь только лето или только зиму, все время меняется, причем максимальной численности птицы достигают весной и осенью во время пролетов. В Арктике, по сути

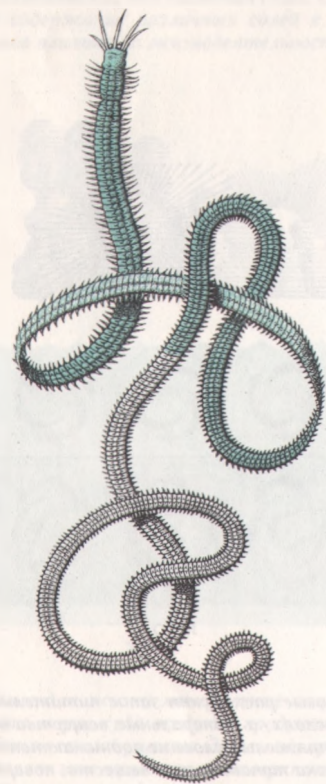


ЛЕТО

К лету диатомовые расходуют запас питательных веществ в поверхностных слоях, а минеральные вещества из более глубоких, холодных и тяжелых слоев не поднимаются к поверхности. Лишенные притока питательных веществ, поверхностные слои пустеют.



Осенью температура падает, штормы снова перемешивают воду, сглаживают различие температур в глубине и у поверхности и поднимают питательные вещества в верхние слои. А поскольку продолжительность дня еще велика, происходит новая вспышка численности диатомовых водорослей, хотя и меньше весенней.



ЛУНА И ПАЛОЛО

В необычном процессе размножения некоторых морских червей — тихоокеанских палоло, которые обитают в коралловых рифах, — роль часов играют фазы луны. Половые клетки червей созревают раз в год всегда примерно в одно и то же время — в определенный час определенного дня, когда луна находится в последней четверти. Задняя часть тела червя (на рисунке — светлая), набитая половыми клетками, отрывается и всплывает на поверхность. Яйца и сперма выходят наружу, и происходит оплодотворение. Оставшаяся в норе в коралловом рифе верхняя половина тела к следующему году снова наращивает нижнюю половину с половыми клетками.

дела, существует лишь два времени года: девяти-месячная зима и три летних месяца, когда солнце не заходит за горизонт, почва оттаивает и в тундре просыпается жизнь. По мере продвижения от полюса к экватору смена времен года все меньше определяется температурой и все больше и больше — влажностью. В пустынях умеренного пояса лето — это период, когда жизнь замирает, тогда как расцветает она там ранней весной и поздней осенью. Смена времен года связана не только с периодами обилия или недостатка пищи, но и с ритмом размножения. Поскольку и у домашних животных — лошадей, овец, коров — и у хорошо известных нам птиц умеренного пояса потомство появляется весной и подрастает в наиболее благоприятный период, когда больше всего растительной пищи, мы склонны думать, что весной размножаются вообще все животные. В действительности это далеко не так, например, во влажных тропических лесах, где различия между временами года не столь выражены, животные в зависимости от их местообитания могут размножаться в разное время года, и существуют животные, размножающиеся круглогодично*. Человек, выйдя из тропических лесов и расселившись по всему земному шару, сохранил унаследованную им от своих обезьяноподобных предков неприуроченность брачного поведения к смене времен года.

Кроме Земли и Солнца есть еще одно небесное тело, движение которого заметно сказывается на живых тварях, — это Луна. У самых различных народов существуют приметы, говорящие о влиянии луны, например, на урожай или на поведение людей, причем некоторые из них, вероятно, основываются на реальных фактах. Так, похоже, что на полнолуние приходятся периоды максимальной эмоциональной приподнятости у людей и животных; 28-дневный менструальный цикл женщины, возможно, унаследован от предков млекопитающих, у которых синхронно со сменой фаз Луны менялась температура тела. Периодическое изменение интенсивности лунного света в течение месяца, как было показано, влияет на размножение некоторых животных. Начало двухмесячного периода беременности гигантских лесных крыс Малайзии обычно приходится на полнолуние; возможно, яркий лунный свет стимулирует зачатие у этих ночных животных.

Однако прежде всего влияние Луны на жизнь на Земле связано с приливами, обязанными своим существованием совместному притяжению Луны и Солнца. Движение Луны вокруг Земли приводит к тому, что существует не только суточная ритми-

* Размножение многих мелких млекопитающих (мышь, полевок, даже леммингов в тундре) часто не имеет строгой сезонной приуроченности. В зависимости от обилия и качества кормов размножение может идти и весной, и летом, и зимой. Прим. ред.

ка приливов, но и месячная: максимальной высоты приливы достигают примерно раз в 14 дней, когда Солнце и Луна находятся на одной прямой с Землей и оказывают максимальное воздействие на воды океанов. Установлено, что сильнее всего ритмика приливов сказывается на организмах, обитающих в прибрежных водах; чередование приливов и отливов для таких существ важнее, чем смена дня и ночи, обусловленная вращением Земли и наклонным положением земной оси.

Наиболее яркие изменения активности, связанные с ритмикой приливов, обнаружены у некоторых кольчатых червей — дальних родичей обыкновенных земляных червей и пиявок. Например, обитающий у атлантического побережья Северной Америки нерест летом мечет икру дважды в месяц — в полнолуние и через неделю, в последнюю четверть луны. У живущего на коралловых рифах тихоокеанского палоло «нерест» и размножение также связаны с фазами Луны и ритмикой приливов; правда, в различных местах размножение приурочено к разным фазам. Яйца в сперма палоло созревают к третьей четверти луны в октябре и ноябре и накапливаются в заднем конце тела червей. В определенный момент набитая половыми клетками задняя часть червя отделяется от передней, всплывает на поверхность и там лопается, выпуская сперму и яйца в воду. «Нерест» определенного вида кольчатых червей, обитающих у Бермудских островов, происходит почти всегда на третий день после полнолуния, 14 минуты спустя после захода солнца. И даже если штормы на несколько дней задерживают «нерест», время суток все равно соблюдается.

Ритмы, подобные только что описанным, встречаются и у высших животных, например у рыб. На промыслах сельди у восточного побережья Англии максимальные уловы приходятся на октябрьские и ноябрьские полнолуния. Хорошо известный пример ритмического поведения дает обитающая у побережья Южной Калифорнии стерина-грунион (*Leuresthes tenuis*), нерестящаяся в дни высоких приливов. Еще один пример связи между фазами Луны и жизнедеятельностью обитателей побережья показывают крошечные плоские черви, заселяющие песчаные пляжи Бретани и Нормандии. Эти черви живут в содружестве с многоклеточными зелеными водорослями. Водоросли селятся в поверхностных клетках червя и выделяют таким образом их характерную ярко-зеленую окраску; на протяжении большей части жизни червь питается исключительно продуктами, фотосинтезируемыми его «напарником», а во взрослую в свою очередь кормится продуктами жизнедеятельности червя.

Кроме того, водоросли получают преимущество, связанное с перемещениями червя, так как им

для фотосинтеза необходим свет. Каждый день, как только начинается отлив, миллионы червей выползают наружу, ярко-зелеными пятнами расцвечивая желтый песок, обнажаемый отступающим отливом. В течение нескольких часов до наступления прилива мокрые блестящие черви «загорают» на солнце, а тем временем находящиеся в их тканях крошечные растения фотосинтезируют сахара и крахмалы, необходимые и тем и другим. Затем волны прилива снова заливают берег, и яркие пятна исчезают как мираж — черви закапываются в песок. И так изо дня в день всю жизнь.

Замечательная особенность этого необычного содружества состоит не столько в том, что продуцент и консумент физически связаны между собой, сколько в непрерывных вертикальных миграциях червей. Даже в аквариуме, где, разумеется, нет никаких приливов и отливов, эти черви тем не менее продолжают каждый день вылезать на поверхность, с тем чтобы через некоторое время снова зарыться в песок. Казалось бы, они стоят на эволюционной лестнице слишком низко, чтобы иметь сколько-нибудь развитую память, и тем не менее, даже увезенные за тридевять земель от родного пляжа, продолжают жить по часам своей далекой родины.

В последние годы были обнаружены и другие организмы, жизнедеятельность которых связана с движениями Солнца, Луны или с ритмом приливов, причем периодичность в поведении таких животных зачастую сохраняется и после их полной изоляции от всяких внешних воздействий. Механизм, ответственный за такую периодическую активность — будь то питание или размножение, — был назван «биологическими часами», хотя никто толком не знает ни где локализован этот механизм, ни как он работает. Множество животных — различные виды птиц, черепах, пчел и другие — ориентируются в своих путешествиях по небесным светилам. Казалось бы, для этого нужно обладать не только достаточно хорошей памятью, позволяющей запоминать положение Солнца или других светил, но и чем-то вроде хронометра, показывающего, сколько времени потребовалось Солнцу или звездам, чтобы занять новое место на небосводе. Организмы, обладающие такими внутренними биологическими часами, получают еще одно преимущество — они способны «предвидеть» наступление регулярно повторяющихся событий и соответствующим образом подготавливаться к предстоящим переменам. Пчелам, например, их внутренние часы помогают прилетать на цветок, на котором они побывали вчера, точно к тому времени, когда он распускается; цветок, посещаемый пчелой, также обладает некими внутренними часами, которые сигнализируют, когда пора распускаться. О существовании собственных биологических часов известно каж-

дому: проснувшись несколько дней подряд от звонка будильника, быстро привыкаешь просыпаться *прежде*, чем он зазвенит.

Одним из наиболее поразительных примеров независимости биологических часов от внешних условий является поведение манящего краба. Эти обычные на многих пляжах животные строго периодически меняют свою окраску: темные днем, они светлеют с наступлением вечера и снова темнеют на рассвете. Приспособительный смысл таких изменений окраски состоит, вероятно, в том, что днем темным крабам легче укрыться от хищников, а также, возможно, и в том, что темный пигмент защищает от сильного солнечного света. Однако самое интересное явление обнаружилось, когда степень окраски краба количественно измерили, а результаты проводившихся в течение 16 дней измерений нанесли на график. Оказалось, что самая темная окраска достигается каждый день на 50 минут позже, чем накануне. Было также установлено, что и в лабораторных условиях крабы наиболее темно окрашены в те часы, когда на их родном пляже наступает максимум отлива, а наиболее светло — в час, когда вода там достигает верхней отметки. Дальнейшие эксперименты, проводившиеся с крабами, которых в течение месяца содержали в темном помещении, совсем без солнца, показали, что и они продолжают менять окраску синхронно со своими собратьями, оставшимися в естественных условиях. Еще более интересными оказались различия в поведении крабов, пойманных на Кейп-Коде и острове Мартас-Винъярд. Остров этот находится всего в восьми километрах от Кейп-Кода, однако приливы на острове отстают примерно часа на четыре от приливов на мысе. Оказалось, что изменения окраски крабов с острова происходят точно через четыре часа после соответствующих изменений окраски крабов с Кейп-Кода*.

Способность животных побережья сохранять приливно-отливную периодичность в жизнедеятельности даже в отсутствие самих приливов прослеживается повсеместно. На побережье Бретани во Франции в местах, сильно отличающихся друг от друга временем наступления приливов и отливов, исследовалась жизнедеятельность самых различных морских животных, в том числе рыб. Оказалось, что в естественных условиях потребление кислорода увеличивается и уменьшается вне зависимости от времени суток, но зато в соответствии с фазами прилива. В лабораторных аквариумах животные неделями сохраняли присущую им периодичность жизнедеятельности,

* Желаясь познакомиться с этой проблемой подробнее можно порекомендовать интересную статью М. Фингермана «Примитивные ритмы у морских организмов», опубликованную в сборнике «Биологические часы», изд-во «Мир», 1964. — Прим. перев.

совпадающую с ритмом приливов и отливов на их родных побережьях.

В настоящее время природа биологических часов по-прежнему остается загадочной и привлекает к себе внимание ученых различных специальностей. В теориях и гипотезах недостатка не ощущается. Некоторые ученые считают, что «настройка» биологических часов производится внешними факторами, подобно тому как обыкновенные часы могут идти вечно, если их время от времени не заводят. Такая точка зрения подтверждается экспериментальными данными, показывающими, что ритм биологических часов можно несколько менять, искусственно чередуя свет и темноту таким образом, чтобы «сутки» становились, например, немного короче 24 часов. Высказывались предположения о возможном влиянии на биологические часы магнитного поля Земли, изменений атмосферного давления и даже космических лучей. Согласно другой точке зрения, живая протоплазма сама содержит в себе некий внутренний хронометр, в процессе эволюции приспособивший ритм питания и размножения живых организмов к ритмам, существующим во внешней среде. Такой взгляд также находит подтверждение. Эксперименты показывают, что определенная периодичность в жизнедеятельности сохраняется животным в течение длительного времени после того, как оно изъято из естественной для него среды и помещено в условия, где никакие из факторов, способных, по мнению экологов, оказывать влияние на биологические часы, не могут на него воздействовать. Какое бы из предложенных объяснений действия биологических часов — а может быть, и принципиально новое — ни оказалось верным, нет никаких сомнений в том, что биологические часы реально существуют и широко распространены в живой природе. Определенные внутренние ритмы присущи и человеку. Химические реакции в его организме происходят, как это было показано, с определенной периодичностью; даже когда человек спит, электрическая активность мозга по непонятным пока причинам ритмически меняется каждые 90 минут.

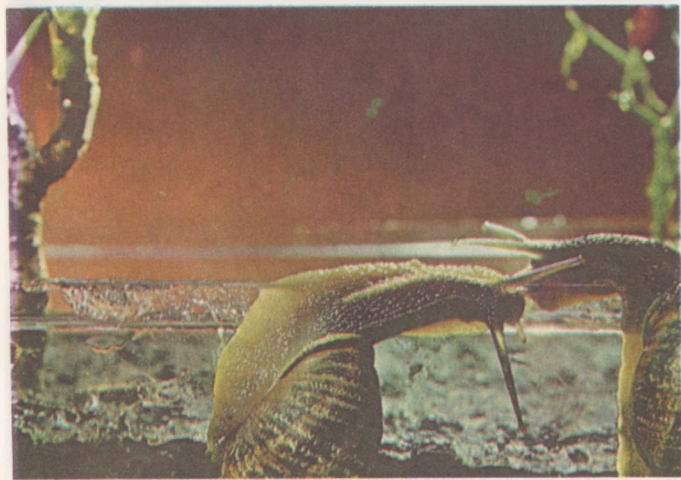
Биологические часы, интенсивно исследовавшиеся последние годы, представляют собой по сути дела еще один экологический фактор, который ограничивает активность живых существ. Свободному расселению растений и животных препятствуют не только экологические барьеры, они привязаны к своему местообитанию не только конкуренцией и симбиотическими отношениями, границы их ареалов определяются не только адаптациями, но, кроме всего этого, их поведение управляется еще и опосредованно, через внутренние биологические часы, движением далеких небесных тел.



Вместо таким образом зебр и затем наблюдая за ними с самолета, ученые изучают маршруты и время миграций животных.

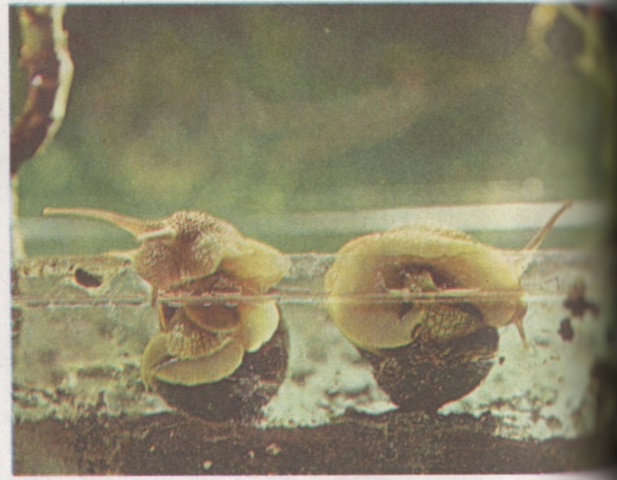
ТАИНСТВЕННЫЕ ЧАСЫ

Чем больше ученые изучают внутренние биологические часы различных растений и животных, тем более сложными и тонкими становятся их методы исследования. Что за механизм управляет работой этих часов? Локализованы ли эти часы в каком-либо определенном органе или это свойство организма как единого целого? Автономны ли они или управляются внешними воздействиями? Ответ на все эти вопросы можно получить, лишь изучая поведение различных животных.

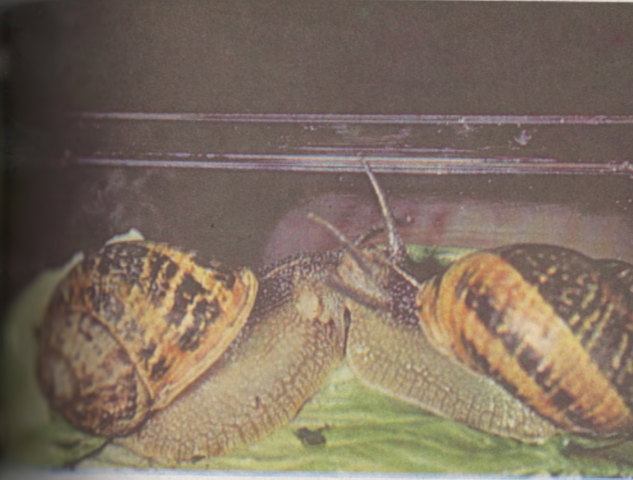


Первое знакомство наземных улиток начинается с того, что они ощупывают друг друга щупальцами и ротовыми отверстиями.

После взаимного оплодотворения наземные улитки откладывают яйца в почву. Хотя нормальным является перекрестное оплодотворение, иногда потомство появляется и в результате самооплодотворения.



Предшествующий спариванию брачный танец сопровождается определенными медленными движениями и может продолжаться до двух часов.



Во время танца улитки вонзают друг в друга острые известковые «любовные стрелы», по-видимому, усиливающие возбуждение партнера.



Слизняки, улитки и времена года

Тот факт, что обычные обитатели наших садов, слизняки, будучи созданиями, казалось бы, весьма примитивными, из года в год откладывают яички строго по определенному графику, на первый взгляд не представляет собой ничего удивительного, если не считать того, что такой график обусловлен внутренними часами, или, точнее, календарем слизняка, определяющим время на протяжении всего года. То, что такой календарь действительно существует, показал эксперимент, в котором слизняки в лабораторных условиях, полностью изолированные от внешнего мира, при постоянных температуре, влажности и освещенности продолжали вести себя точно так же, как и на воле: ежегодно в начале августа они откладывали похожие на нитки жемчуга цепочки светлых яичек.

У наземных улиток, приходящихся родственниками «голым» слизням, тоже, по-видимому, есть внутренние часы, определяющие их сложное поведение в период размножения. Наземные улитки, как и слизняки, имеют и мужские и женские половые органы, причем сперма продуцируется на протяжении всего лета, а яйца откладываются лишь в определенный промежуток времени. Такой механизм, вероятно, призван предотвращать самооплодотворение улиток в периоды их максимальной активности. Спариваются улитки обычно в мае или июне, а яйца созревают лишь в июле или августе. Считается, что, пока «чужая» сперма хранится в особом оплодотворительном мешочке, собственная сперма дегенерирует, что препятствует самооплодотворению, когда созревшие яйца проходят по общему для мужских и женских половых клеток протоку в оплодотворительный канал.



Только что вылупившиеся на свет улитки кормятся на листьях салата-латука. Осенью они зарываются в землю, запечатывают вход в свою ракушку и в таком состоянии дожидаются весны.



Икра атерины-груниона инкубируется в ожидании прилива.

Время, приливы и атерина

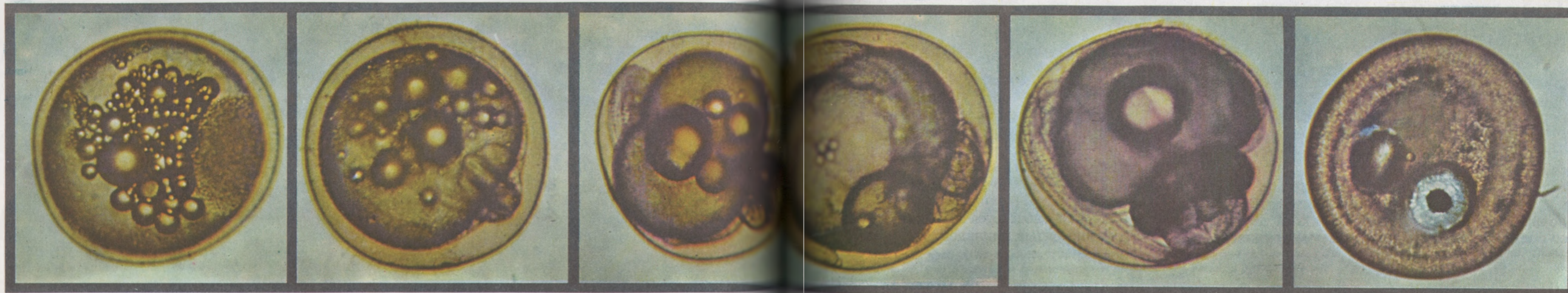
Физиология атерины-груниона, обитающей у побережья Калифорнии, такова, что существенное значение для жизни вида имеет ритмика приливов. В самые высокие ночные приливы рыбки выбрасываются на берег. Самки, зарыв хвост в песок, откладывают икру, затем самцы оплодотворяют ее, после чего рыбы возвращаются в море.

Отложив икру в самый высокий прилив, рыбки могут быть уверены в том, что икра пролежит в песке, не тревожимая волнами, ровно две недели до следующего сизигийного прилива. За это время оплодотворенные икринки проходят последовательные стадии развития. Когда через две недели волна прилива покрывает икринки, их оболочка лопнет и вполне готовые рыбки уплывут в море.

Последовательные стадии развития икры атерины-груниона.



Выбитые на песок, атерины торопятся отложить икру, пока следующая волна не смывает их обратно в океан. Уже отложившие икру самки первыми высовываются из песка.



15 ЧАСОВ

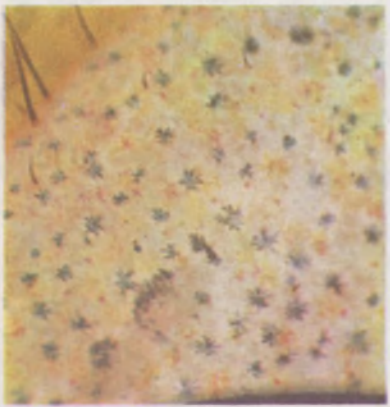
56 ЧАСОВ

89 ЧАСОВ

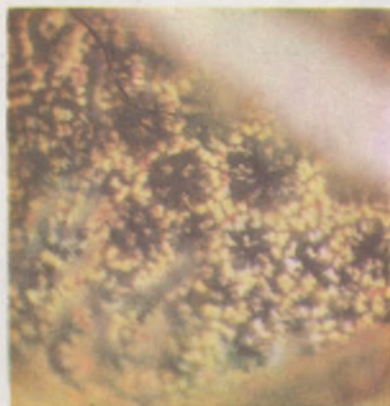
112 ЧАСОВ

160 ЧАСОВ

9 ДНЕЙ



Ночью манящие крабы несколько светлее, чем днем, так как содержащиеся в панцире краба зерна пигмента собираются в звездообразные структуры.



Днем манящий краб темнеет, поскольку зерна пигмента распространяются по всей панцирю (верхняя фотография). Такими изменениями окраски управляют специальные гормоны, которые вырабатываются особыми органами, расположенными в глазных стебельках краба.



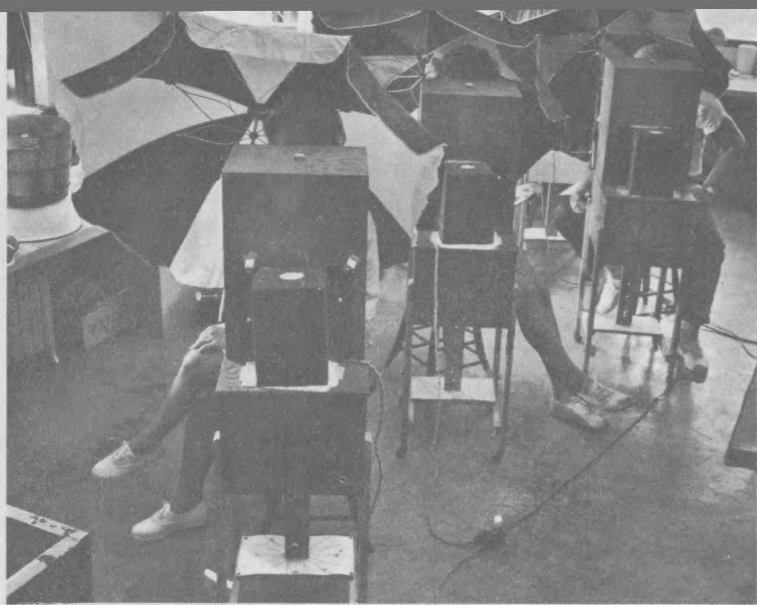
Таинственные манящие крабы

Манящие крабы — это обитатели заливаемых приливом песчаных пляжей и болот. До сих пор не вполне понятен смысл ежесуточных изменений их окраски: то ли они имеют маскирующее значение, то ли защищают от ультрафиолетового солнечного излучения, то ли способствуют регуляции температуры тела. Как бы то ни было, ясно, что периодические изменения окраски от светлой, ночной, до темной, дневной, связаны не только со сменой дня и ночи, но и с ритмом приливов.

Светло-желтые ночью, крабы начинают темнеть с восходом солнца. Однако самая темная окраска не достигается, пока не начнется отлив — период наибольшей дневной активности краба. Тогда крабы вылезают на поверхность и направляют в своем темном одеянии в зону отлива, где подбирают в иле одноклеточные водоросли и различные микроорганизмы. Проявление максимума окраски каждый день сдвигается на 50 минут в результате наложения ритма приливов на суточный ритм.



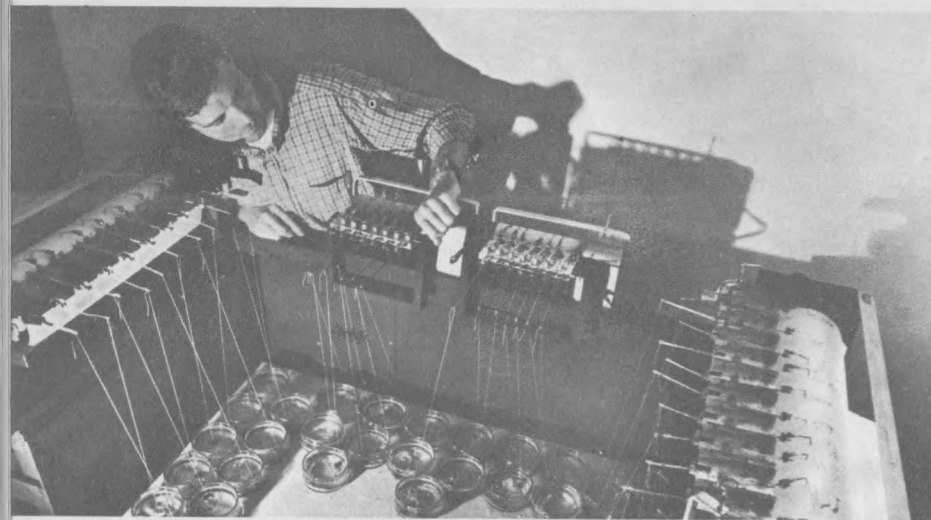
Полчища крабов, подобно толпе мародеров, нахлынули на болото Кэйп-Кода в поисках пищи. Бывает, что на одном и том же болоте водятся два вида крабов, но и тогда они редко вторгаются на чужую территорию, даже если она и не занята. Происходит это потому, что одни крабы предпочитают рыть норы в песке, а другие — в иле.



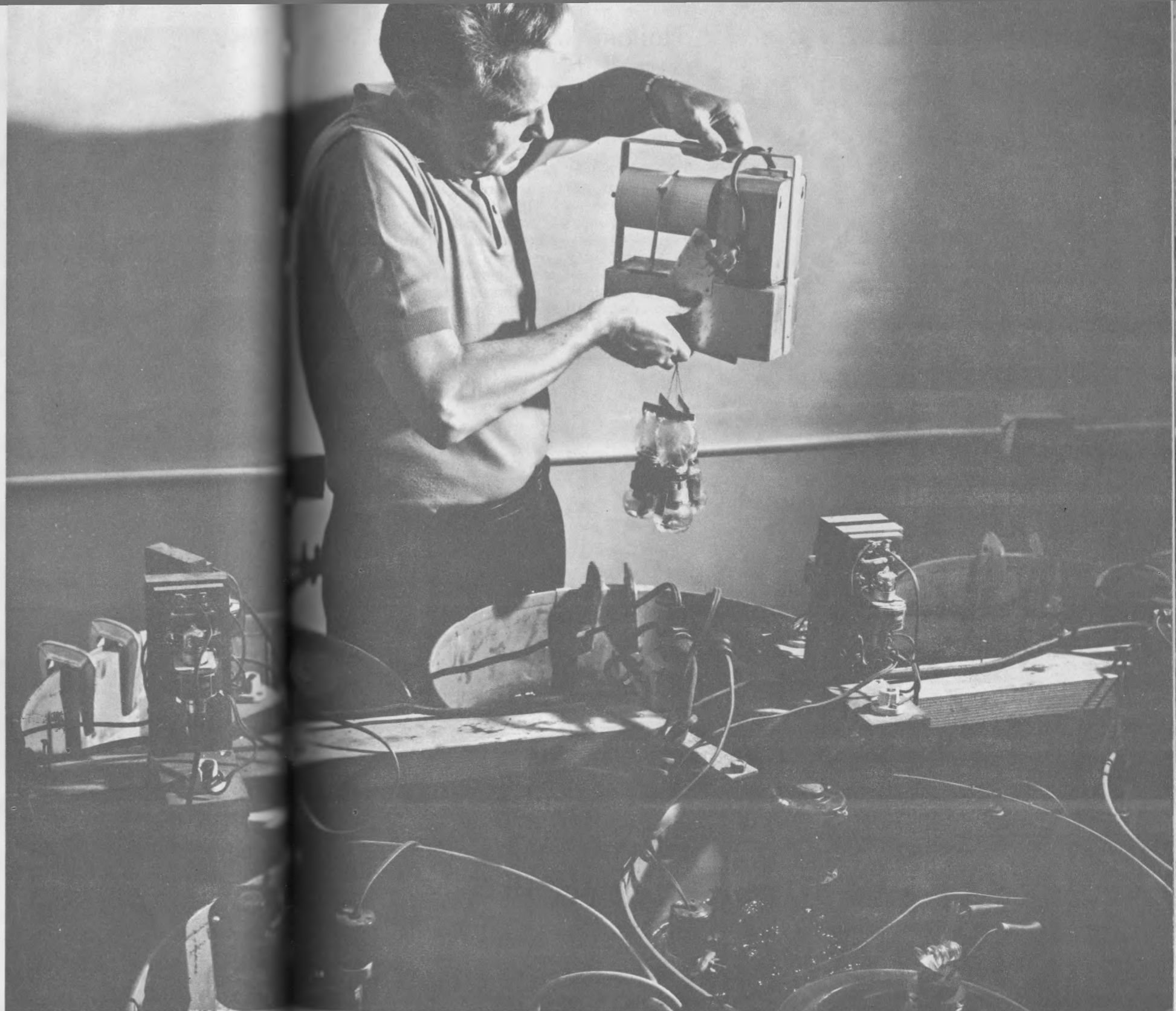
Проводится эксперимент по изучению действия магнитного поля на улиток. От прямого света улиток защищают щитки. Оказалось, что улитки реагируют на магнит и, следовательно, могут использовать магнитные поля Земли для ориентировки.

Механизм действия часов

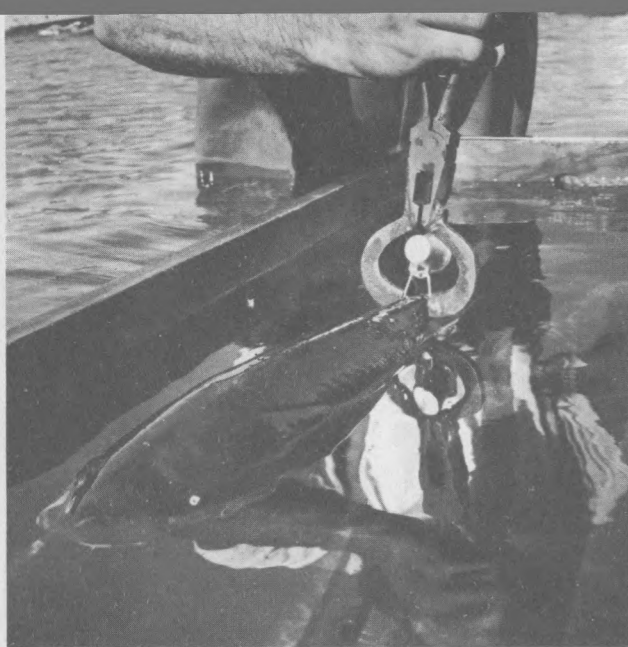
Как выяснить, автономны биологические часы, управляющие нерестом атерины или изменениями окраски манящих крабов, или они подвержены влияниям каких-то внешних факторов? Лучший способ — это постановка экспериментов, в которых поддерживаются строго постоянными освещенность, давление и температура. Однако и в таких контролируемых экспериментах полностью исключить влияние внешних условий очень трудно: подопытное животное может, например, за два дня «предчувствовать» падение атмосферного давления.



Нити, прикрепленные одним концом к улиткам, а другим — к рычажкам чувствительных приборов, позволяют фиксировать все передвижения улиток в чашечках. Эти наблюдения проводились для того, чтобы выяснить, как связана активность улиток с ритмичкой приливов.



Доктор Фрэнк Браун из Северо-западного университета — крупнейший специалист в области исследования влияния геофизических факторов на биологические часы. Браун проверяет прибор, регистрирующий дыхание крабов, помещенных в герметически закрытые сосуды в темной комнате. Даже в таких контролируемых условиях ритм их дыхательной активности совпадает с ритмом приливов — максимум активности наступает за час до максимального отлива.



На хвосте лосося укрепляется звуковой сигнализатор. В результате ученые получают возможность проследить маршрут лосося от устья реки до нерестилища.

Поиски ответов

Применение новых технических средств, возможно, приведет к разгадке таинственных сил природы — как внешних, так и внутренних, — которые помогают рыбам и птицам прокладывать их маршруты. Уже сейчас ученый, закрепив на лососе или голубе крошечный электронный передатчик, может следить за всеми передвижениями животного. Прикрепленный на спине голубя миниатюрный, но мощный передатчик весом менее 30 граммов пеленгуется из двух достаточно удаленных друг от друга точек, что позволяет исследователям точно проследить путь птицы. Более усовершенствованный передатчик позволит исследователям следить также за изменениями среды и за реакцией птицы на эти изменения. Сопоставляя физиологические показатели с параметрами внешней среды, может быть удастся наконец разгадать пока еще таинственную способность голубя находить свой дом.



Следя за передвижениями прикрепленного к лососю передатчика, ученые регистрируют путь рыбы. Такой прибор позволяет сопоставить поведение рыбы с экологическими условиями в озере. Существуют также приборы, позволяющие непосредственно следить за изменениями физиологических показателей.

Выпуская голубя с прикрепленным к нему передатчиком, ученые готовятся следить за его полетом с помощью антенны и приемника.





Тот пухоед может жить только в стержнях маховых перьев кроншнепа. Стоит лишь первому пухоеду просверлить путь к укромному убежищу, остальные тотчас устремляются за ним.

5

Взаимопомощь — или кровавая битва клыков и когтей?

Каждая птица — это по сути дела настоящий летающий зоопарк», — пишет английский ученый А. Е. Шипли. Разнообразие мельчайших существ, живущих на птицах, поистине ошеломляюще: перья служат пищей вшам и клещам; кожей питаются некоторые мухи; блохи, вши, москиты, пиявки и прочие твари сосут кровь птиц, находясь на поверхности тела, в то время как паразиты (представители простейших) разрушают красные кровяные тельца внутри организма. Практически в любых органах птицы можно обнаружить разнообразных паразитических червей. Уютное птичье гнездышко служит приютом для многих незваных гостей. С самого рождения птицы сталкиваются с паразитами. При исследовании гнезд 56 видов птиц было обнаружено 529 видов различных членистоногих — в основном жуков и клещей. На протяжении жизни птицы подвергаются нападениям со стороны представителей почти всех групп паразитических животных, начиная от одноклеточных микроорганизмов и кончая птицами, подкидывающими яйца в чужие гнезда и вынуждающими хозяев выкармливать и выращивать своих птенцов — таковы обыкновенная кукушка (в Европе), желтушник (в Америке) и медоуказчик, или медовод (в Африке). Велико не только разнообразие паразитирующих на птицах видов, но и количество особей каждого отдельно взятого вида; например, из оперения одного-единственного кроншнепа было извлечено более тысячи пухоедов.

Принято думать, что большинство животных погибают, сраженные ударом когтей или клюва хищника; в действительности животный мир полон существ, которые из-за своей малой величины могут обитать внутри или на поверхности тела хозяина и «поедают» его постепенно. Само слово «паразит» означает «существо, питающееся около другого» (за его счет). Хотя большинство людей — в том числе даже некоторые биологи — смотрят на паразитов как на что-то отвратительное, нельзя не видеть всей важности и этой формы жизни.

причиной очень многих болезней, в том числе скарлатины, пневмонии, туберкулеза, дифтерии, чумы, холеры, сифилиса и коклюша. Оспа, полиомиелит, желтая лихорадка и грипп вызываются вирусами; стригущий лишай, различные болезни легких и даже такое чрезвычайно распространенное заболевание, как эпидермофития стоп*, — грибами. Амебоподобные микроорганизмы вызывают малярию, сонную болезнь и дизентерию; нематоды являются возбудителями различных болезней, вроде анкилостомоза и трихинеллеза. Несмотря на этот внушительный перечень болезней, человечество растет и приобретает невосприимчивость к большинству паразитов, и процесс этот начался за много тысячелетий до того, как стали известны сами паразиты, и даже до того, как вообще возникла медицина.

Первобытный человек видел в болезни нечто похожее на злой дух, источаемый ранами и рассеянный в воздухе, или проявление божьего гнева; шаманы и знахари пытались исцелять своих пациентов колдовскими чарами и заклинаниями. Однако и в наше время встречаются жертвы столь же неправильного понимания природы заболеваний. Успешное применение сульфамидных препаратов в 30-х годах, пенициллина во время второй мировой войны и великого множества различных антибиотиков в последующие годы создало впечатление, что найдено волшебное средство против инфекций. И действительно, по-видимому, многие заболевания, от которых страдало человечество, в последние десятилетия оказались обузданы. Применение стрептомицина резко снизило число заболеваний туберкулезом; в 1950 году на всей территории Соединенных штатов Америки была уничтожена — и, можно надеяться, навсегда — малярия; существуют вакцины, предохраняющие от полиомиелита, кори, оспы, столбняка и других опасных инфекций. Победы эти тем не менее в значительной мере иллюзорны, поскольку мы забываем о том, что сами микроорганизмы способны к поразительно быстрым эволюционным изменениям, в результате которых возникают штаммы, устойчивые к большинству наших сильнодействующих препаратов. Упорно сопротивляется, например, возбудитель туберкулеза; исцеление многих больных туберкулезом при помощи существующих медикаментов практически невозможно. «Более того, резистентные формы микроорганизмов могут передаваться от человека к человеку, вызывая распространение новых, еще более опасных штаммов туберкулеза», — утверждалось в 1963 году в сообщении городского отдела здравоохранения Нью-Йорка. То же самое, по-видимому, справедливо и в отношении такой серьезной болезни, как сифилис; существует угро-

за, что может повториться пандемия грибка, возможно столь же свирепая, как и та, что опустошила мир в 30-е годы.

Лишь совсем недавно человек начал понимать, что истинная причина большинства болезней — это нарушение экологической среды. Современные средства передвижения и проникновение человека в самые отдаленные уголки земного шара создали на большей части нашей планеты обильную среду для болезнетворных микроорганизмов. В настоящее время инфекционные заболевания в Европе, Северной Америке, Австралии и Новой Зеландии почти тождественны. Устанавливаются — или уже установились — устойчивые отношения между болезнетворными микробами и человеком, подобные динамическому равновесию между животными и растениями. Так, например, смертность от многих распространенных детских болезней стала постепенно снижаться еще до широкого применения эффективных современных препаратов. Как же в таком случае объяснить катастрофические эпидемии, все еще постигающие человечество?

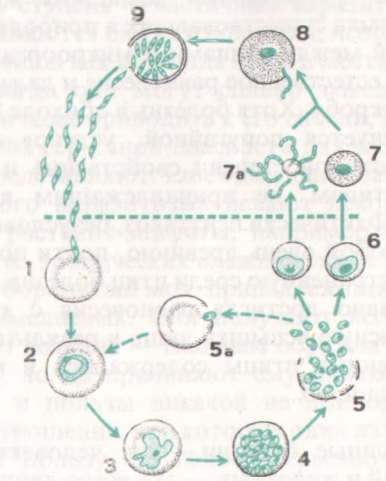
Пока вид-хозяин составляет часть хорошо сбалансированного сообщества, численность его популяции остается приблизительно постоянной и поддерживается несколько ниже «потенциальной емкости» данной экологической среды. В такой ситуации болезнетворный организм встречает препятствия при переходе от хозяина к хозяину. Однако, если какое-либо нарушение экологического равновесия приведет к значительному увеличению численности популяции хозяина, это может облегчить переносчику болезни смену хозяев. С увеличением плотности популяции упрощается миграция переносчиков болезней, и вспыхивает эпидемия. Эпидемия затухает, когда популяция изреживается, плотность ее делается низкой и переносчику болезни опять становится трудно отыскивать себе новых хозяев. С тех пор как предки человека спустились с деревьев, он существенно изменил свою среду: стал селиться в деревнях и крупных городах. В результате некоторые болезнетворные организмы успели достичь состояния равновесия на всей планете. Большинство болезней, преследующих сегодня человека, являются «болезнями цивилизации»; трудно себе представить, чтобы они имели сколько-нибудь серьезное значение во времена, когда человеческие популяции были разреженными и численность их была низкой.

Эти болезни цивилизации издревле известны в густонаселенном Средиземноморье и некоторых районах Азии. Они проникали в самые отдаленные уголки земного шара вместе с цивилизацией. Туземцы многих плотно заселенных островов Тихого океана до появления европейцев были

обыкновенно здоровыми, поскольку у них было достаточно времени, чтобы выработать иммунитет против местных болезней. Однако они оказались беззащитными в отношении «пришлых» болезней. С увеличением плотности повышалась восприимчивость населения по отношению к эпидемиям, возводимым путешественниками, торговцами и миссионерами. На некоторых островах, например на Фиджийских Гебридах, эпидемии доброго десятка европейских болезней привели к гибели 90% населения. Когда Чарльз Дарвин в 1832 году путешествовал на корабле «Бигль», посетил Огненную Землю, там жило около 3000 закаленных и выносливых индейцев. К настоящему времени завезенные болезни снизили численность коренного населения Огненной Земли до нескольких человек. Не далее как в 1952 году эпидемия кори, вспыхнувшая на севере Канады, охватила 99% туземного населения. И по сию пору туземцы уединенного острова Пасхи страдают от вспышек гриппа, с поразительной точностью возникающих через месяц-два после регулярных ежегодных посещений острова чилийским инспекционным судном.

Вопреки распространенной «кинематографической» версии американские индейцы были побеждены не пионерами-колонистами, а скорее всего оспой. Прибывшие в Америку европейские поселенцы очень скоро поняли, что эта болезнь — их наиболее мощное оружие в борьбе с индейцами, и даже умышленно способствовали ее распространению, используя зараженные одеяла. Задолго до этого оспа сыграла известную роль в победе римлян над Карфагеном. «Клиники, копы, стрелы, ружья, даже бомбы — все это оказывает на судьбы народов несравненно меньшее влияние, нежели тифозная вошь, чумная блоха или переносящий желтую лихорадку комар», — писал создатель тифозной вакцины Ганс Цинзер и, быть может несколько увлекшись, добавлял: «Солдаты редко умирают от войн. Гораздо чаще дорогу им прокладывают эпидемии».

Не только человек подвержен эпидемическим заболеваниям. От них могут страдать и культурные растения и домашние животные. Порой эти болезни встречаются и в естественных условиях, в дикой природе. Некогда американский каштан был одним из самых распространенных и могучих деревьев к востоку от Миссисипи; он был хорошо приспособлен к окружающей его среде и во многих местностях являлся доминирующей лесной породой. Другой каштан, растущий в Китае и родственник американскому, подвержен раку, вызываемому грибом, но в процессе эволюции китайский каштан и грибок приспособились друг к другу и кое-как сосуществовали. В начале нашего века грибок неожиданно проник в Северную Америку. У американского каштана не было иммунитета



МАЛЯРИЯ И КОМАРЫ

Изображенная на верхнем рисунке самка комара рода *Anopheles* является переносчиком плазмодия, микроскопического эндопаразита, вызывающего малярию у птиц и млекопитающих, в том числе и у человека. Плазмодий попадает в красные кровяные тельца (1). Пройдя через кольцевидную и амебидную стадии (2, 3), он многократно делится (4), в результате чего клетка лопается (5), а споры плазмодия либо попадают в другие кровяные тельца (5а), либо образуют половые клетки (гаметоциты) (6). Впоследствии, попав вместе с человеческой кровью в кишечник комара, гаметоциты превращаются в сперматозоиды и яйцеклетки (7а, 7), происходит оплодотворение (8) и образуются споры (спорозоиты) (9). С укусом комара споры снова попадают в кровь человека, и весь процесс начинается с самого начала.

* Грибковое заболевание ног («грибок»). — Прим. ред.

к этому паразиту, и болезнь молниеносно охватила леса. В настоящее время дикий каштан практически не встречается в большей части лесов Северной Америки; похоже, что этот вид обречен там на вымирание. Правда, из некоторых старых пней еще вырастают молодые побеги, и поэтому нет абсолютной уверенности в том, что каштан окончательно вымрет. Быть может, в процессе естественной эволюции возникнет устойчивая к грибу раса каштана.

В качестве примера болезни, достигшей равновесного состояния в Австралии и неожиданно вспыхнувшей в Северной Америке и Европе около 1930 года, можно назвать пситтакоз, или «попугайную болезнь». В результате специального исследования обнаружилось, что возбудитель — фильтрующийся вирус — является переносчиком некоего легкого заболевания диких птиц Австралии. Болезнь эта, однако, не затрагивала человека, пока попугаев не начали отлавливать, извлекая их из естественных местообитаний, и содержать в переполненных вивариях, разводя на продажу в качестве декоративных домашних животных. Полная ломка существовавших в природе взаимоотношений между птицами и микроорганизмами нарушила естественное равновесие и дала преимущество микробу. Хотя болезнь в обиходе по-прежнему именуется попугайной, установлено, что она в некоторой степени свойственна и многим другим птицам, не принадлежащим к отряду попугаев. Фактически пситтакоз, безусловно, представляет собой очень древнюю, почти повсеместно распространенную среди птиц болезнь, которая давным-давно достигла равновесия с хозяином и дала опасную вспышку лишь в результате того, что пойманные птицы содержались в неестественных условиях.

Инфекционные болезни — как человека, так и растений и животных — это всего лишь пример широко распространенной среди всех живых существ тенденции добывать необходимое для собственного существования за счет других. Фактически все живое можно представить себе в виде бесконечной цепи хищников и паразитов. Такая точка зрения была весьма популярна в викторианскую эпоху. Томас Хаксли, выражая общее мнение относительно сформулированного Чарлзом Дарвином и Альфредом Уоллесом принципа выживания наиболее приспособленных, писал: «С точки зрения моралиста мир животных можно сравнить с битвами гладиаторов. В непрерывных сражениях выживают лишь самые сильные, быстрые, хитрые... четвертого не дано». Один из известнейших поэтов XIX века писал: «В мире царит кровавая битва клыков и когтей». С другой стороны, многие впадали в противоположную крайность: идеалистическая концепция «взаимной помощи» у

животных была краеугольным камнем теории анархизма. Сам Дарвин был склонен думать, что паразитизм может постепенно замещаться более справедливыми взаимоотношениями. «В бесконечном множестве сообществ животных, — писал он, — борьба между отдельными особями и средства к существованию затухает, уступая место кооперированию».

Чем больше мы изучаем различные разновидности паразитизма и другие отношения между живыми существами, тем больше убеждаемся в том, что виды, связанные этими отношениями в действительности «равнодушны» друг к другу. Прямая противоположность паразитизму — отношения, полезные для обоих партнеров (так называемый мутуализм). Правда, и в этом случае один из видов обычно занимает несколько доминирующее положение. Пожалуй, наиболее яркий пример мутуализма — это связь многих цветковых растений с насекомыми-опылителями. Насекомые перелетают с цветка на цветок в поисках нектара и пыльцы и при этом осуществляют перекрестное опыление растений. В некотором смысле мутуалистическими являются и отношения между человеком и некоторыми из возделываемых им растений; так, в настоящее время трудно найти дикорастущую рожь — возможно, без поддержки человека она вымерла. Во многих случаях виды, связанные мутуалистическими отношениями, становятся столь взаимозависимыми, что вырабатывают различные приспособления, обеспечивающие сохранение тех же отношений в следующем поколении. Например, самка жука-дровосека переносит на себе гриб, разрастающийся в высверленном ею отверстии и размягчающий жесткие древесные волокна; откладывая яйца, она заботливо наносит на каждое споры гриба, чтобы обеспечить сохранение этого партнерства и в следующем поколении.

Классический пример различной степени взаимосвязи и взаимозависимостей можно наблюдать на многих пляжах. Мелкие крабы-отшельники, мягкотелые и беззащитные, используют в качестве убежищ пустые раковины. В узком конце раковины часто селится мелкий кольчатый червь; он способствует поддержанию чистоты внутри раковины, а ему иногда достаются объедки со стола краба. На ту же раковину может переселиться с соседнего камня актиния; стрекательные клетки ее щупалец отпугивают от краба хищников, взамен она получает возможность перемещаться с места на место, на новые кормовые поля.

Такое партнерство иногда требует взаимных уступок, а иногда даже опасно — это хорошо видно на примере отношений между бобовыми растениями (такими, как фасоль или горох) и бактериями. На корешках бобовых есть клубеньки, населенные особыми почвенными бактериями,

которые получают от растения большую часть необходимых им питательных веществ, а сами выделяют азот воздуха и синтезируют соединения, которые усваиваются растением-хозяином. Это, конечно, что такие отношения полезны и для растения и для азотфиксирующих бактерий; однако для того, чтобы выгода была взаимной, обоим партнерам необходимо иметь немало специальных приспособлений. Чтобы бактерии могли поселиться на корнях растения, в корнях на определенной стадии развития должен вырабатываться особый секрет. После этого бактерии заселяют так называемые клубеньки на корнях растения, при этом образование этих клубеньков, возможно, стимулируется самими бактериями. Бактериям, однако, приходится проявлять известную «сдержанность»: они не должны постоянно побуждать корневую систему растения производить клубеньки, потому что в таком случае растение лишится корней, а это повлекло бы за собой гибель и растения и бактерий.

Но такие обоюдновыгодные отношения неустойчивы и легко могут переходить в паразитизм, если внешние условия становятся неблагоприятными для растения или бактерий. Так, если в почве ощущается недостаток бора, то бактерии перестают фиксировать азот и, продолжая питаться на растении, превращаются в настоящих паразитов.

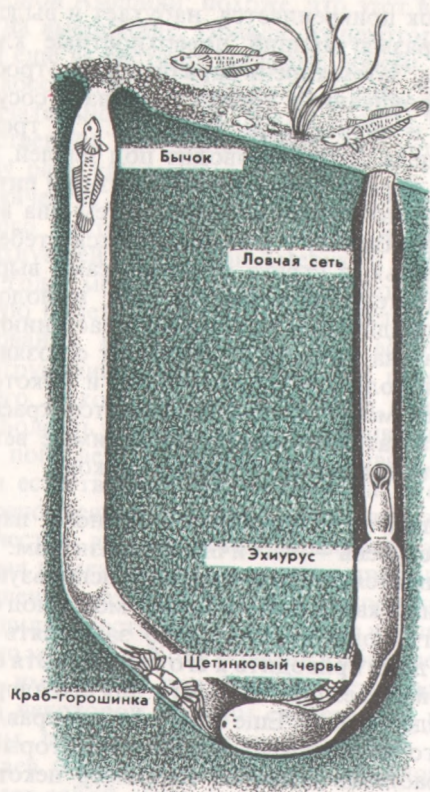
Между крайностями взаимовыгодного мутуализма и паразитирования одного из партнеров существует целый спектр промежуточных типов отношений. Обычно для описания этого разнообразия таких отношений пользуются термином «симбиоз» (буквально «сожительство»). На одном конце спектра находятся некоторые цветковые растения, полностью перешедшие к паразитическому образу жизни. Примером может служить *Striga*, колдунья трава, широко распространенная в Африке, Южной Азии и Австралии и в 1956 году неожиданно проникшая в Северную Америку. Это растение паразитирует на корнях некоторых злаковых, в особенности на хлебных культурах, а кроме того — на сахарном тростнике, сорго, элевзине и других. Обманчиво красивое растение с блестящими зелеными листьями и ярко-красными или желтыми цветками в действительности относится к самым страшным сорнякам на земле. Один-единственный его экземпляр может дать в год до полумиллиона мельчайших, едва различимых невооруженным глазом семян, легко разносимых ветром и попадающих на землю вместе с дождем. Эти семена в ожидании растения-хозяина способны пролежать в земле, не прорастая, по крайней мере 20 лет!

Сигналом для прорастания служит некое химическое вещество, которое выделяют корни зла-

ковых. Если корень пройдет на расстоянии не более двух с половиной миллиметров от покоящегося зерна, то это вещество не только послужит толчком к началу прорастания, но и укажет ростку направление к корню хозяина. Достигнув цели, росток прикрепляется, набухает и выделяет фермент, размягчающий поверхностные клетки корня злака. Затем корень паразита дает отростки, которые проникают в корень хозяина и сосут из него воду и питательные вещества. От трех до восьми недель стрига проводит под землей, ведя полностью паразитический образ жизни и питаясь исключительно соками хозяина. Затем она выходит на поверхность, у нее появляются стебель и зеленые листья, и стрига начинает сама вырабатывать питательные вещества, как и подобает всякому порядочному цветковому растению. Но полностью она никогда не порывает с хозяином, продолжая получать от него воду и некоторые соли. Через месяц на ней появляются красивые цветочки, а затем и семена, разносимые ветром на погибель грядущим урожаям злаков.

Следующая по отношению к полному паразитизму ступень — частичный паразитизм. Примером являются омела и повилка, использующие хозяина лишь как источник воды и места под солнцем. Иногда они могут сильно замедлять рост хозяина и даже приводить к его гибели, хотя обычно никакой серьезной опасности для его здоровья они не представляют. Еще один шаг в направлении от полного паразитизма делают некоторые воздушные растения-эпифиты, например некоторые орхидеи из тропических влажных лесов или же испанский бородатый мох, принадлежащий к семейству бромелиевых. Они получают несомненную пользу от хозяина — главным образом место под солнцем, но не причиняют ему никакого вреда, впрочем и пользы никакой не приносят. Такие взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу, не нанося серьезного ущерба другому, называются комменсализмом (буквально «нахлебничество»).

Наглядный пример комменсализма дают некоторые усонogie рачки, прикрепляющиеся к коже кита. Они при этом получают преимущество — более быстрое передвижение, а киту не причиняют почти никаких неудобств, не считая того, что слегка увеличивают сопротивление воды при движении; в целом же у партнеров нет никаких общих интересов, и каждый отлично существует сам по себе. Подобные экологические союзы обычно все же облегчают одному из участников передвижение или добывание пищи, поиски убежища или просто места для жизни в перенаселенном окружении. Иногда такие союзы могут быть абсолютно фиктивными; например, существует водоросль, которая с равным успехом развивается, прикрепившись



ПОСТОЯЛЬЦЫ „СОДЕРЖАТЕЛЯ ГОСТИНИЦЫ“

В норе толстого эхиуруса, достигающего тридцатисантиметровой длины, находят прибежище самые различные постояльцы. В наименьшей степени с хозяином связан бычок. Он использует нору лишь в качестве убежища, а за кормом каждый раз вылезает наружу. Полностью зависят от хозяина краб-горошинка и щетинковый червь, питающиеся обертками с его «стола». Сам хозяин питается следующим образом: у ротового отверстия образуется прозрачная слизистая ловчая сеть; червь волнообразными сокращениями тела прогоняет через эту сеть воду, содержащую крохотные планктонные организмы. Когда сеть заполняется, червь проглатывает ее целиком вместе со своей добычей. Иногда на наполнение сети уходит не более двух минут.

к панцирю черепахи или к плавающему брону. В раковинах моллюсков и панцирях ракообразных порой встречаются различные виды мшанки. Этот союз совершенно случаен, ибо мшанки способны прикрепляться к любой твердой поверхности. Все же многие животные, ведущие сидячий образ жизни, оказываются в выигрыше, прицепившись к живому существу, а не к неподвижному камню: хозяин переносит их с места на место, кроме того, при движении возникает поток воды, облегчающий добывание пищи.

Комменсализм особенно часто встречается среди морских животных. Пожалуй, стоит остановиться на наиболее выразительных примерах. В частности на животных, нора которых служат убежищем для различных «гостей», питающихся обертками со стола хозяина. В иллистом дне побережья Калифорнии обитают морские черви с U-образными норами. В дословном переводе с латыни научное наименование этого вида означает «жирный содержатель гостиницы». Набор постояльцев в его норе довольно странный. Сам хозяин питается, улавливая с помощью слизистой ловчей сети съедобные частички, заплывающие в нору. Несколько мелких рыбок живут у входа в нору, как раз напротив сети; однако они не перехватывают добычу хозяина, а вылезают в поисках пищи наружу. Бок о бок с хозяином иногда размещается червь какого-нибудь другого вида, ворующий пищу прямо из сети. «За спиной» у хозяина обычно проживает пара крошечных крабов, а в стенках норы могут, кроме того, жить мелкие моллюски. Нельзя сказать, чтобы эти постояльцы предпочитали селиться в норе именно этого червя; столь же хорошо они существуют и в норах двух различных видов креветок.

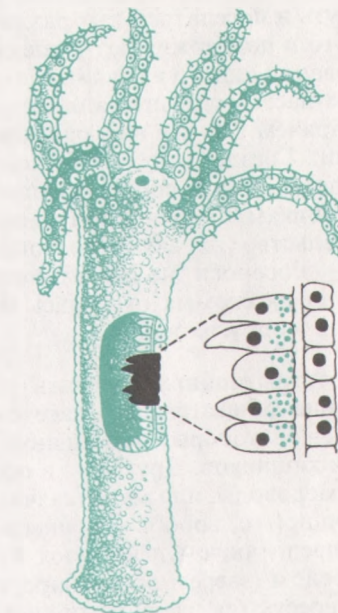
Черви — не единственные содержатели такого рода «гостиниц». Некоторые рыбы без всякого вреда для себя живут между жалящими щупальцами португальского кораблика, актиний и медуз. Правда, известно, что некоторые из них обеспечивают себе безопасность, обгрызая эти щупальца, однако в ряде случаев в этом нет необходимости: жалящее животное воздерживается от использования щупалец против рыб «своего» вида. Отношения между такими рыбами и их хозяевами развивались, по-видимому, от комменсализма к мутуализму: рыбе обеспечена безопасность, а она за это подманивает к хозяину рыб покрупнее.

Хорошо известны отношения, связывающие некоторых рыб с акулами. Рыбки-лоцманы, питающиеся обертками у «стола» акулы, спуют с большими косячками у ее носа. Перед плотом «Кон-Тики» постоянно плыла стайка лоцманов, потерявших свою хозяйку-акулу, убитую путешественниками. Пористые тела губок предоставляют кров великому множеству морских существ. Крупная губка, найденная на отмели во Флориде,

стала местом обитания 13 500 животных; из них около 12 000 составляли креветки, однако среди 1500 остальных были представители 18 различных видов червей, веслоногих рачков и даже мелких рыб.

Птицы могут участвовать в симбиозах почти всех типов — от паразитизма и вплоть до мутуализма, включая многочисленные промежуточные ступени. Желтушник и бизон в Северной Америке, волокля и антилопы или носороги в Африке — типично мутуалистические пары, в которых птица, с одной стороны, приносит большую пользу своему хозяину, очищая его от клещей и других внешних паразитов и предупреждая от опасности, а с другой — обеспечивается постоянным источником пищи. Такие отношения отнюдь не сводятся к случайным встречам, а представляют собой устойчивые взаимосвязи. Антилопа, когда на ней сидит волокля, ведет себя спокойно, расставляет ноги и поднимает хвост, явно стараясь облегчить птице ее кропотливую работу. Пока нет волокля, к спящему носорогу легко приблизиться, но если в это время на нем кормится птица, то она обязательно поднимет тревогу. Скопа, крупная хищная птица, питающаяся рыбой, обычно сооружает постоянное гнездо на верхушке какого-нибудь старого дерева и из года в год обновляет его, добавляя сверху новые ветки. Полуметром ниже верхнего его края в путанице ветвей устраивает себе гнездо кваква, обретая тем самым кровительство зоркого хищника. Многие другие птицы — скворцы, крапивники, воробьи — также селятся иногда в стенках гнезда бдительного хозяина, который мирится с их присутствием.

Отношения между некоторыми видами птиц и другими животными представляются совершенно непостижимыми. Южноамериканский попугайчик, например, размножается только в термитниках, сооружаемых термитами одного определенного вида среди ветвей деревьев. Вместо того чтобы строить гнездо самому, попугайчик примерно наполовину разрушает термитник. Сначала термиты атакуют пришельца, но затем привыкают к новому положению и не досаждают ни взрослым птицам, ни даже неоперившимся птенцам. Напротив, они скорее склонны восстанавливать термитник, не затрагивая поврежденной части. Рано или поздно через проломы в термитник пробираются муравьи, вечные враги тропических термитов, и вытесняют хозяев. Поразительно при этом другое — попугайчики полностью зависят от одного-единственного вида термитов и, несмотря на это, разоряют термитники, лишая себя на следующие годы потенциальных мест гнездования. Термиты могли бы препятствовать успешному размножению незваного гостя, но они этого почему-то не делают.



ПОЛЕЗНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Взаимовыгодные отношения связывают зеленую гидру — животное — с одноклеточными водорослями — растениями. Эти водоросли (зоохлорелла) живут в протоплазме клеток, выстилающих пищеварительную полость гидры. Они поставляют своему хозяину кислород и пищу, а взамен получают вещества, необходимые для фотосинтеза, и надежное укрытие.

В других случаях птицы связаны с насекомыми обоюдными отношениями. Насекомые при этом могут, в частности, играть роль чистильщиков гнезд; самыми замечательными чистильщиками обзавелась африканская серебристошекая птица-носорог. На время кладки и насиживания яиц самец носорога замуровывает самку в дупле, оставляя лишь узкую щель в сооружаемой им глиняной стенке. В течение 15 недель самец кормит самку, причем за это время скормливает ей до 24 000 ягод. Ясно, что через щель в гнездо могут проникнуть и поселиться там различные насекомые. Они-то и поддерживают в гнезде чистоту. При исследовании одного из таких гнезд было обнаружено 438 насекомых, принадлежащих к восьми видам, причем два из них оказались доселе неизвестными. Гнездо изнутри было чистым и почти без запаха, обычно сопутствующего насекомым-чистильщикам. Следующий год показал, что такое сожительство не случайно, оно выгодно насекомым, — носороги не поселились в этом дупле, и фауна насекомых оказалась много беднее и состояла из других видов.

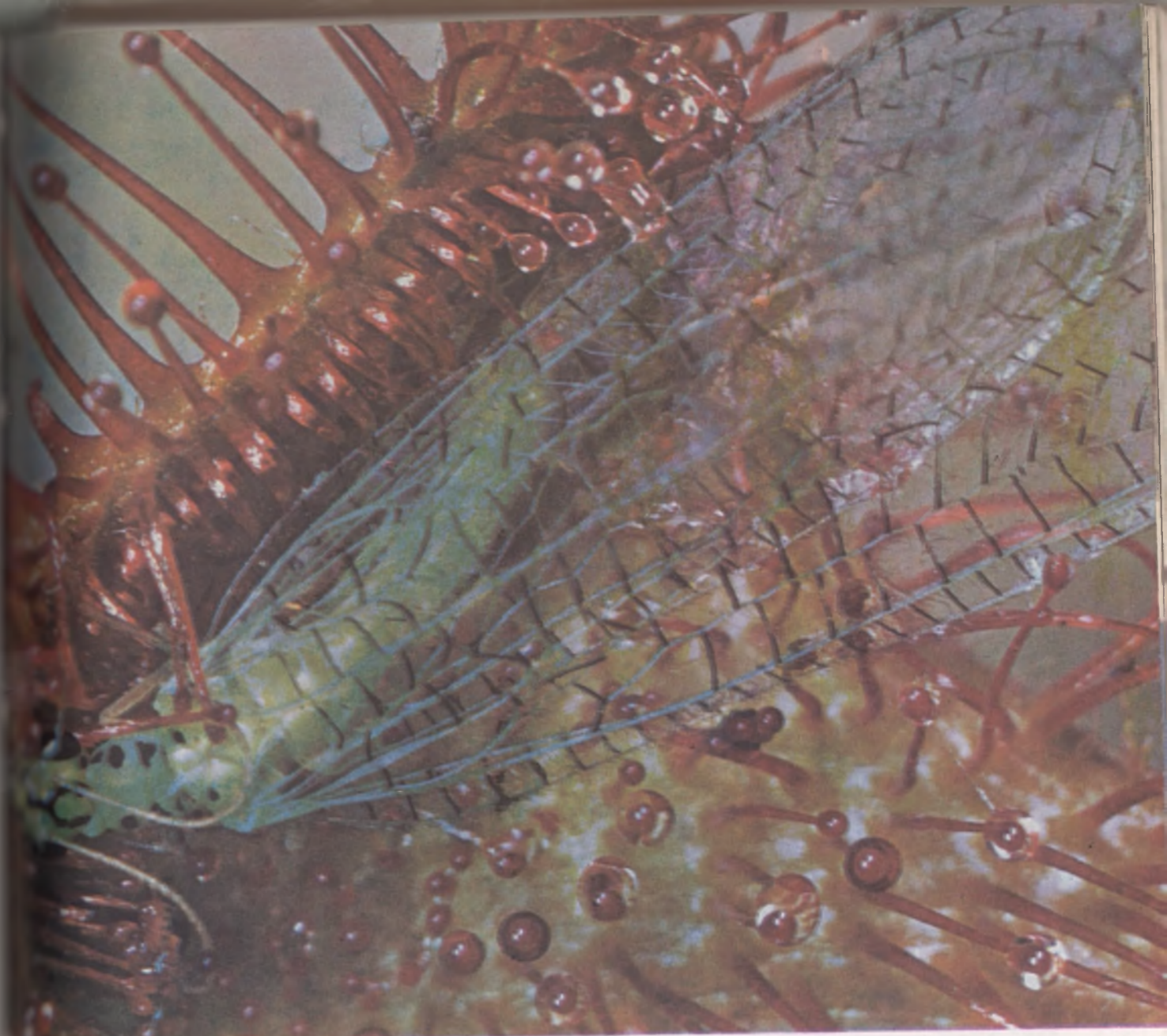
Некоторые птицы любят устраивать гнезда вблизи поселений общественных насекомых — ос, пчел, муравьев, — которые защищают пернатых от человека и хищников. Другие — в особенности африканские медоводы, или медоуказчики, мелкие птички величиной с воробья, — иным образом используют пчел, причем действуют при этом в союзе с медоедом (зверем вроде барсука). И тот и другой интересуются пчелиными гнездами: медоед — надеясь поживиться медом и личинками, а медоуказчик — воском. Однако самостоятельно медоуказчик не может вскрыть гнездо, и поэтому ему нужен партнер вроде медоеда, которого от пчелиных укусов надежно защищает толстая, покрытая мехом шкура. Медоуказчик со своей стороны помогает медоеду находить пчелиные гнезда. Обнаружив в лесу гнездо, медоуказчик громко стрекочет, подзывая медоеда: медоед спешит на крик, похрюкивая и тем давая знать птичке, что он ее понял. Как только гнездо обнаружено, медоед тотчас же разоряет его, а взбешенные пчелы

тем временем яростно пытаются пустить в свои жала. Птичка спокойно дожидается, пока медоед не опустошит соты, а затем уже принимается за воск.

Эти птицы столь хорошо приспособляются к окружающим условиям, что, не найдя медоеда, начинают приучаться использовать для своих целей павианов и даже человека, привлекая их внимание стрекочущим криком, подергиванием хвоста и особым демонстративным поведением. Медоуказчик может непрерывно крутиться возле человека до тех пор, пока тот не уступит и не последует за ним. Как только цель достигнута, птичка начинает перепархивать с места на место, каждый раз поджидая сообщника и не переставая стрекотать. Специально занимавшийся медоуказчиками Герберт Фридман из Смитсоновского института неоднократно оказывался объектом преследования этих птиц и «наводился» ими на пчелиные гнезда. Расстояние до гнезда составляло от 20 до 700 метров; путь к гнезду часто был извилистым, и не исключено, что птица в первый момент сама не всегда знала точное место расположения гнезда. Иногда медоуказчик приводил своего сообщника к гнезду, покинутому пчелами.

В сложном мире взаимосвязей и взаимозависимостей некоторые самые крупные африканские птицы, например марабу и африканский хохлатый орел, иногда склонны кооперироваться именно с пчелами, поэтому строят свои гнезда непосредственно над пчелиными. Птицы извлекают из этого явную пользу: пчелы защищают их гнездо и от птиц-паразитов, вроде медоуказчиков, и от хищников. Какая от этого польза пчелам — неизвестно. Безусловно, многое в таком поведении случайно, и сотрудничество, вероятно, возникает непреднамеренно. «Хотя таким образом, нет доказательства, чтобы какое бы то ни было животное совершало действие, исключительно полезное для другого вида», — писал Чарлз Дарвин в «Происхождении видов», — однако каждый стремится извлечь выгоду из инстинктов других...»

* Ч. Дарвин, Происхождение видов, М., 1952, стр. 262. Прим. ред.



Увешанные сверкающими капельками клейкой жидкости волоски росляки облепили златоглазку, как только она села на листок этого хищного растения.

КОНКУРЕНЦИЯ КАК СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО

Все животные и растения так или иначе связаны друг с другом, поскольку они живут на одной земле, дышат одним воздухом и пьют одну воду. Кроме того, они связаны конкуренцией за солнечную энергию — основу всего живого. Раньше считалось, что такая конкуренция подобна беспощадной, не знающей никаких ограничений битве; последующие исследования борьбы за существование показали, что кооперирование и взаимозависимость могут иметь для выживания вида даже большее значение, нежели участие в непрекращающейся борьбе.



Стрекоза, одно из самых хищных летающих насекомых, отдыхает на бутоне розы, ни на минуту не переставая при этом высматривать добычу.



Стрекоза схватила бабочку, кружившую вокруг цветков в поисках нектара, и пожирала ее прямо на лету.

Начало цепи питания

Эти замечательные фотографии, сделанные на реке Уики-Уачи во Флориде, показывают типичную цепь питания, характерную для биоценоза болот. Начало цепи — нападение стрекозы на бабочку, последующие кадры фиксируют включение все более крупных хищников. Каждый из них выступает сначала в роли нападающей стороны, а



Пойманная лягушкой стрекоза из хищника превращается в жертву. Расходуя колоссальное количество энергии, стрекоза должна очень много есть: вес поедаемой ею за полчаса добычи



может достигать ее собственного веса. У менее подвижной лягушки интенсивность обмена веществ ниже, и этой стрекозы ей могло бы хватить надолго — если бы не пришел и ее черед.

затем в роли жертвы, за исключением ястреба, замыкающего собой цепь. Подобные цепи питания отражают одну из фундаментальнейших взаимосвязей в мире живого. Для того чтобы добыть себе достаточно пищи и самим не стать добычей, животные пользуются не только различными собственными адаптациями, но и выгодами, получае-

мыми от взаимосвязей с другими существами (комменсализм, мутуализм и паразитизм). Цепи питания в свою очередь определяются в каждый данный момент распределением животных и растений по местообитаниям и экологическим нишам. Покровительственная окраска лягушки помогает ей успешно подстеречь стрекозу, однако не всегда предохраняет ее от хищников.

К лягушке подкрался уж и, прежде чем она успела сдвинуться с места, схватил ее.





Заглатывающий лягушку уж представляет собой, таким образом, пятое звено этой цепи питания — после лягушки, стрекозы, бабочки, цветка и лучистой энергии, получаемой растением от солнца. Лягушки хватил бы ужу на целый день.

Конец цепи питания

Победителем безусловно может считаться лишь одно животное, — хищник, замыкающий цепь. И лягушка, доставшаяся ужу, и сам уж, ставший в свою очередь добычей ястреба, — это лишь рядовые в бесконечной битве за свет, воду и питательные вещества, короче говоря, за источники существования. И только ястреб, или акула, или

лев не знают врагов: они и завершают цепи питания. Во всех звеньях цепи конкуренция рассортировывает растения и животных по нишам и даже умножает число ниш, пригодных для обитания. Одно звено сцепляется с другим, и цепь питания растет и даже ветвится, поскольку отдельные организмы,

например бабочки, на разных стадиях жизненного цикла могут включаться в разные цепи. У некоторых животных рацион питания зависит от времени года. Так, например, бурый медведь по весне лакомится идущим на нерест лососем, а осенью переходит на чисто вегетарианскую пищу и питается исключительно ягодами.

Спячки и миграции, как это ясно из вышеизло-



Но день еще не успел истечь, как уж стал добычей ястреба, приметившего его на песке.



После короткой схватки ястреб улетает с ужом в когтях. На этом и кончается эта цепь питания, поскольку у ястреба, не считая человека, врагов нет.

женного, могут обрывать цепь питания: с первыми морозами погибают стрекозы, лягушки впадают в спячку, зарывшись в речной ил, ужи устраиваются на зимовку в уютных норах, а теплокровный ястреб, единственный из членов рассмотренной цепи, кто остается активным круглогодично, будет теперь замыкать какую-то иную цепь питания.

Паразиты в роли хищников

С экологической точки зрения хищник отличается от паразита, как взломщик — от шантажиста. Большинство плотоядных животных в состоянии убить и сразу же съесть свою жертву, так как превосходят ее размерами и силой. Паразиты выбрали несколько другой путь: они получают от хозяина все необходимое и тем самым подрывают его

здоровье, от которого зависит их собственное благополучие.

Одним из следствий такого положения является то, что паразиты, чтобы не причинять своему хозяину ненужного вреда, всегда должны быть как можно мельче. Паразиты лягушки, например, меньше самой лягушки в 500 — 5000 раз. Но и

мелкие паразиты, не сразу убивающие своего хозяина, должны уметь отыскивать нового хозяина, на случай если умрет старый. У большинства паразитов, обитающих на поверхности тела своих хозяев, есть ноги или крылья, и в случае необходимости они в состоянии передвигаться самостоятельно. Паразиты же, обитающие во внутренних

органах, часто полностью зависят от хозяина. У таких паразитов (например, у вызывающих сонную болезнь жгутиковых или у трихин) вырабатывается сложный жизненный цикл, позволяющий им на разных стадиях развития переходить от одного хозяина к другому.

ЭКТОПАРАЗИТЫ

Живущие на внешней поверхности тела хозяина эктопаразиты способны на короткие промежутки времени покидать хозяина или даже проводить часть жизни вполне самостоятельно. Некоторые из изображенных на рисунке паразитов, например клещи и пиявки, оставляют хозяина каждый раз, как только они насытятся его кровью. Клещ-красотелка пребывает на слепне дольше, дожидаясь, пока тот отложит яички, которые клещ затем поедает. Пухоеды и мухи-кровососки живут на хозяине все время, размножаясь и откладывая яйца.



МУХА-КРОВСОСКА НА ПЕРЕ ДРОЗДА



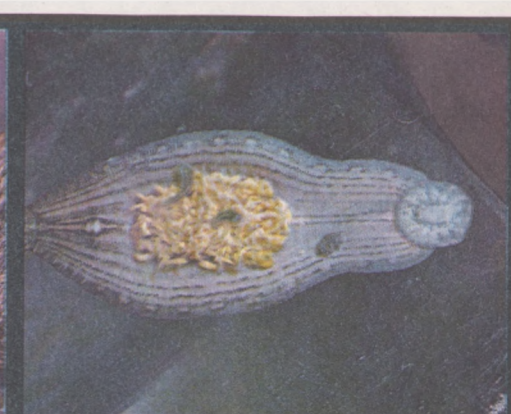
ЯЙЦА ПУХОЕДОВ НА ПЕРЬЕ



КЛЕЩ-КРАСОТЕЛКА НА СЛЕПНЕ



ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ НА ЯЩЕРИЦЕ



ПИЯВКИ НА ПИЯВКЕ

РАСТЕНИЯ-ПАРАЗИТЫ

Растения-паразиты могут использовать в качестве хозяев и растения и животных. Некоторые из них, например омела, используют хозяина лишь как поставщика воды и минеральных солей, а пищей обеспечивают себя сами. С другой стороны, повилика почти полностью лишена способности к фотосинтезу и все необходимые ей питательные вещества получает от хозяина. Стрига (Striga lutea) внешне выглядит вполне полноценным зеленым растением, а в действительности отсасывает из корней хозяина воду и питательные вещества; некоторые грибы добывают себе пропитание, прикрепившись к муравью-хозяину.



ОМЕЛА НА ДУБЕ



ПОВИЛИКА НА КЛЕВЕРЕ



СТРИГА НА ПШЕНИЧНОМ ПОЛЕ



ОМЕЛА НА МОЖЖЕВЕЛЬНИКЕ



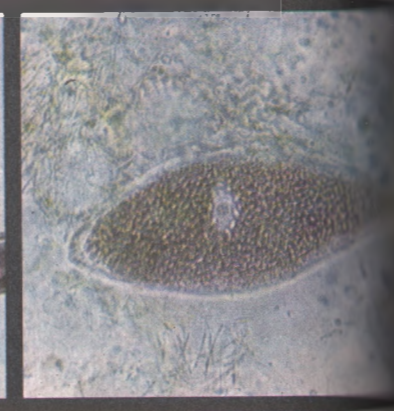
ГРИБЫ НА МУРАВЬЕ

ЭНДОПАРАЗИТЫ

Эндопаразиты добывают себе пропитание и находят убежище в теле хозяина. Не сталкиваясь с проблемами, характерными для внешнего мира, они почти не нуждаются в органах чувств, и у большинства из них эти органы полностью атрофированы. Споровик и нематода, изображенные на этих рисунках, паразитируют на дождевом черве и хиломиктерусе. Три других представленных здесь паразита живут в организме человека и вызывают различные болезни: шистосома — шистосомиаз, трипаносомы — сонную болезнь, а трихины — трихинеллез.



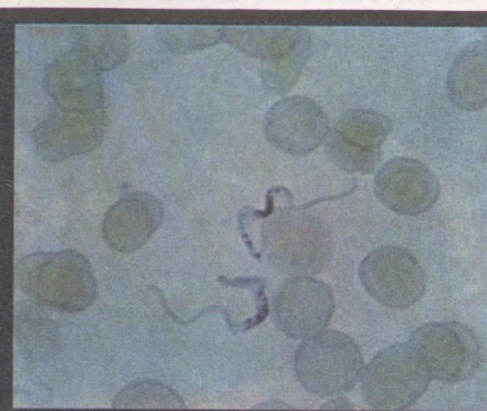
ШИСТОСОМА В КИШЕЧНИКЕ ЧЕЛОВЕКА



СПОРОВИК В ПЛОТВОРЕ ДРОЗДА



НЕМАТОДА В КИШЕЧНИКЕ РЫБЫ



ТРИПАНОСОМЫ В КРОВИ ЧЕЛОВЕКА



ЦИСТЫ ТРИХИНЫ В МЫШЦАХ ЧЕЛОВЕКА



Гак-отшельник, занявший раковину морского моллюска и надежно защищенный прикрепившимися к ней актиниями, выглядывает из своего убежища.



Это содружество выгодно для всех его участников — актинии, рыбки-дайки и креветки, — поскольку обеспечивает их пищей и гарантирует им безопасность.



Прицепившись к киту-горбачу, усонogie рачки постоянно движутся вместе с китом и получают пищу со встречным потоком воды.

Выгоды сотрудничества

Когда усонogie рачки прикрепляются к спине кита, они в отличие от паразитов не причиняют своему хозяину значительного вреда. Такие взаимоотношения называются комменсализмом и представляют собой первую ступень в группе отношений, обычно объединяемых под названием симбиотических.

Примером более тесных, мутуалистических, связей, при которых пользу получают оба партнера, могут являться отношения рыбки-дайки и актинии. Ярko раскрашенная рыбка, сама оставаясь стран-ным образом неуязвимой, подманивает жертву к смертоносным стрекательным клеткам актинии.

Согласно одной из теорий, рыбка приобретает иммунитет, обкусывая щупальца актинии и таким образом постепенно «привыкая» к ее яду.

Еще более непонятным представляется способ, которым крохотная рыбка направляет действия актинии. После того как самка откладывает икру у основания актинии, самец начинает тереться о щупальца актинии, заставляя их выгнуться вверх и направляя их тем самым в сторону от икры. Кроме того, рыбки умеют обращаться щупальца актиний против собственных паразитов. Уничтожению паразитов способствуют также креветки, входящие в это же содружество.



Бархатистый жук-мягкотелка, ползая по цветку арбуза, на котором он кормится, весь перепачкался в пыльце. Благодаря покрывающим тело жука тоненьким волоскам он весьма успешно переносит пыльцу с цветка на цветок и тем способствует перекрестному опылению.

Лакомое угощение для посетителей

То, что хорошо для животных, может быть полезным и для растений, и наоборот; поэтому нет ничего удивительного в том, что растения и животные могут связывать взаимовыгодные отношения. Например, основой размножения многих видов растений являются мутуалистические отношения между цветками и насекомыми. Насекомые в поисках пищи садятся на цветок, пачкаются в пыльце и, перелетая на другой цветок, производят перекрестное опыление. Растения же подманивают насекомых сладким нектаром, ароматом и яркой окраской. При выборе излюбленных растений пчелы, например, различают белый, желтый, фиолетовый и, возможно, ультрафиолетовый цвета; тропические колибри отдают предпочтение красным цветкам, обычно содержащим больше всего нектара. У некоторых растений даже есть специальные приспособления, вроде особого устройства, встряхивающего тычинки и осыпавшего пыльцой посетившее цветок насекомое. Кроме того, опылению способствуют малоизвестные пока механизмы синхронизации периода цветения с образом жизни насекомых.

Бражник сосет нектар из цветка плевела. Длинный хоботок этой бабочки позволяет ей осуществлять перекрестное опыление растений с трубчатыми цветками вроде жимолости.





Это скопление жуков-вертячек представляет собой самую примитивную форму сообщества: жуки не ищут близости друг с другом, а просто пассивно дрейфуют бок о бок. В такой группе все особи играют одинаковую роль; они все равны, но, собранные в одну кучу, лучше противостоят врагам, чем поодиночке.



Завидев опасность, вилорогие антилопы предупреждают о ней своих товарищей по стаду, поворачиваясь задом и демонстрируя белое пятно на огулке.

Усложнение сообществ

Самым низким уровнем социальной организации являются так называемые скопления. Первоначально такое явление могло возникнуть из тяготения одноклеточных животных к наиболее благоприятным условиям, позволявшим им избежать опасности, что иногда приводило к возникновению неорганизованных скоплений. Более высокий уровень общественной организации представляют собой стаи птиц, косяки рыб и стада травоядных млекопитающих; общественный образ жизни в таких группах способствует лучшей защите от хищников и более успешному размножению.

Для того чтобы группа животных была чем-то большим, нежели просто случайное скопление, она должна быть как-то организованной. Все осо-

би должны иметь четко очерченные и в чем-то различающиеся роли. Наиболее распространенное деление ролей — это деление на самцов и самок. В соответствии с этим обнаруживаются различия и в их внешнем облике, в физиологии и в поведении.

Следующим шагом будет возникновение социальной иерархии. Некоторые животные в группах проявляют склонность подавлять других и становятся вожаками. Они активнее при защите территории группы, первыми получают пищу или выбирают самок. У птиц иерархия, в которой каждая особь занимает определенное место, называется «порядком клевания». Возникновение такого порядка — первый шаг на пути организации сообщества.



Африканские белобокие грифы первыми обнаруживают падаль, но отнюдь не первыми лакомятся ею. Их клюв и когти слишком слабы, и они вынуждены дожидаться более сильной птицы — в данном случае марабу (в центре), — которая могла бы ободрать добычу. Но даже и после этого соблюдается «порядок клевания»: сначала наедаются более сильные птицы и лишь потом их смеяют остальные.

Жизнь семьями

Калифорнийские морские львы, живя семьями — наиболее сплоченными из всех возможных сообществ, — достигли очень высоких ступеней общественной организации, в известной степени способствующей выживанию их вида. Всякие по четверть тонны самцы прибывают на сушу первыми и в ожидании самок делят территорию.

Когда несколько позднее появляются самки, каждый самец отбивает в боях с другими от 5 до 20 жен для своего гарема и бдительно охраняет их в течение всего сезона размножения. Детеныши рождаются ранним летом после 12-месячной беременности, по одному у каждой самки. Как и у всех млекопитающих, мать вскармливает детеныша

и обучает его. Новорожденный «львенок» не умеет даже плавать и, вероятно, обучается бороться с прибоем, следуя за матерью в море. Некоторые при этом, несомненно, тонут, другие иногда на смерть затаптываются сгрудившимся стадом, но большинство доживают до осени и уплывают вместе со всеми.

Для многих низших млекопитающих характерны более примитивные семейные отношения: родители у них мало заботятся о своем потомстве. Чем дольше живут дети с родителями, тем крепче становятся семьи и тем ближе они к наиболее сложным из известных сообществ — сообществам насекомых и высших млекопитающих.

Стада морских львов греются на скалистых островах у побережья Калифорнии. На лето они собираются вместе, чтобы образовать семьи и вырастить потомство. С наступлением осени стада покидают Калифорнию и проводят зиму где-то между Аляской и Мексикой.





КОНГОЛЕЗСКИЙ ЛИШАЙНИКОВИДНЫЙ БОГОМОЛ



КЕНИЙСКИЙ БОГОМОЛ



КОНГОЛЕЗСКИЙ БОГОМОЛ



РОДЕЗИЙСКИЙ БОГОМОЛ



ПЕРУАНСКИЙ ЛИСТОВИДНЫЙ БОГОМОЛ



МАДАГАСКАРСКИЙ ЛИСТОВИДНЫЙ БОГОМОЛ

Совпадение цвета и формы тела богомолов с расцветкой и формой листиков и сучков в их местообитаниях совершенно поразительно. Эффективность подобной маскирующей расцветки увеличивается способностью надолго замирать на месте — это поведенческой адаптацией.

6

Что такое приспособленность

Свой монументальный труд «Происхождение видов» Чарлз Дарвин завершил словами: «Есть величие в этом воззрении на жизнь с ее различными силами, изначально вложенными творцом в незначительное число форм или только в одну; и между тем как наша планета описывала и продолжает описывать в пространстве свой путь согласно неизменным законам тяготения, из такого простого начала возникали и продолжают развиваться несметные формы, изумительно совершенные и прекрасные»*. Величие — это единственно подходящее в данном случае слово. Нет человека, на которого, как в свое время на Дарвина, не произвело бы впечатление то, что поразительное разнообразие жизненных форм, отразившееся в полутора миллионах известных науке видов растений и животных, развилось из незначительного числа исходных.

Истинный размах этого разнообразия нам пока неизвестен. Считается, что почти все существующие на Земле виды млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных уже известны ученым**; может быть, в отдаленных уголках нашей планеты и есть еще не открытые виды, но число их, вероятно, очень невелико. Напротив, рыбы, обитающие в глубинах океана, еще мало изучены; что же касается насекомых и других беспозвоночных, то здесь можно ожидать открытия еще сотен тысяч новых видов.

Это огромное множество жизненных форм разбросано по Земле не случайно. Хотя моря и океаны покрывают более 70% поверхности Земли, разнообразие морских форм значительно уступает разнообразию форм сухопутных. Отчасти это связано с тем, что вода представляет собой более однородную среду,

* Ч. Дарвин, Происхождение видов, М., 1952, стр. 450 — Прим. ред.

** В последнее время даже в этих группах открыты так называемые «виды-двойники», не распознаваемые применявшимися до сих пор методами изучения (морфологическими), а отличающиеся лишь своими физиологическими, биохимическими особенностями либо поведением. Этот вопрос подробно разобран в книге Э. Майра «Зоологический вид и эволюция», М., «Мир», 1968. — Прим. ред.

нежели суша, а отчасти и с тем, что в воде условия «невесомости» делают ненужными различные приспособления, позволяющие наземным растениям противостоять земному тяготению.

В свою очередь большое разнообразие наземных растений определяет существование множества экологических ниш, обеспечивающих пищу и укрытие самым различным животным. С небольшой натяжкой можно сказать, что нет такого растения, ткани которого не служили бы пищей для какого-нибудь животного. Основными потребителями растений являются 800 000 известных видов насекомых, большинство из которых приспособлено к питанию определенными типами растительной пищи.

Все живые существа обладают колоссальным биотическим потенциалом, то есть способны размножаться с такой скоростью, что, если бы размножению ничто не препятствовало, они очень быстро наводнили бы собой весь мир. В качестве примера можно привести одноклеточную инфузорию-туфельку, делящуюся каждые 22 часа. Потомство одной-единственной инфузории, приступившей к делению 1 января, — при условии, что ни одна особь не погибает, — к 7 марта будет занимать объем четыре кубических километра, а к 12 апреля достигнет объема Земли. Понятно, что в природе ничего подобного происходить не может, и тем не менее каждый вид обладает определенным биотическим потенциалом, характеризующим его способность к неограниченному росту и размножению. Эта присущая всему живому способность к размножению лимитируется такими факторами, как голод, несчастные случаи, засуха и другие напасти, к числу которых следует отнести также хищников и паразитов. Вместе взятые, эти факторы составляют то, что мы называем сопротивлением среды. Чтобы выжить, каждый вид должен был приспособиться к окружающему его миру, преодолеть сопротивление среды, в противном случае он уже давно бы вымер.

Понятие приспособленности животных к среде обманчиво просто: имеется в виду, что любое живое существо так или иначе годно к жизни в условиях, которые его окружают. Адаптация — это любое свойство, обеспечивающее выживание организма в окружающих его условиях: способствующее добыванию пищи, использованию тепла и света и защищающее от врагов или превратностей погоды. Так, строение рта различных рыб хорошо иллюстрирует тот факт, что челюсти и зубы могут быть приспособлены к различному типу питания. Многие рыбы, подобно форели, имеют сильные, далеко выступающие вперед и оснащенные острыми зубами челюсти, приспособленные к тому, чтобы хватать добычу; у других — таких

как морской конек, — рот крошечный, а зубов нет вовсе. Фактически любое живое существо представляет собой комплекс различных адаптаций, по большей части вовсе не бросающихся в глаза, но позволяющих животному жить, размножаться и эффективно использовать материальные ресурсы среды, в которой оно обитает.

Адаптации возникают в результате того, что среда постоянно отсеивает неблагоприятные наследственные изменения, появляющиеся у всех без исключения видов растений и животных. На первый взгляд травинки, растущие на лугу, ничем не отличаются друг от друга, в действительности же между ними есть некоторые наследственные различия. Эти различия могут быть совсем незначительными, тем не менее они есть и в определенных условиях могут дать каким-то растениям преимущество перед другими в борьбе за существование. В этом и проявляется отсеивающее действие среды: растения, сильно отличающиеся от наиболее приспособленных, выбраковываются — они погибают или не оставляют потомства. И тем не менее некоторое генетическое разнообразие постоянно сохраняется в ряду поколений; можно сказать, что все время происходит борьба между тенденцией к разнообразию, обеспечивающей появление новых вариантов внутри вида, и отсеивающим действием среды, отмечающим все выходящее за рамки «нормы». При неизменных внешних условиях любая популяция представляет собой группу практически неотличимых друг от друга организмов. Но стоит условиям измениться, и почти все организмы обречены на гибель. Только немногие растения, генетически более приспособленные к изменившимся условиям, выживут — окажутся «нормальными» для новых условий. Когда такие отклонения, обеспечивающие выживание особи в новых условиях, широко распространяются в последующих поколениях, они приобретают значение адаптации.

Если пшеницей, обычно культивируемой в очень влажном климате, засеять поле в засушливом районе, то большинство растений погибнет, но несколько растений, случайно оказавшихся приспособленными к засушливому климату, могут уцелеть и дать начало новой засухоустойчивой разновидности. Многие из существующих сортов сельскохозяйственных и декоративных растений выведены с помощью отбора таких выживающих растений, наделенных теми или иными адаптациями. Однако подобные приспособления не всегда бывают безусловно полезными. Яркий пример тому — один из видов пустынных кактусов. Вначале он имеет вид низкорослого кустарника, а подрастая, начинает тянуться к солнцу, причём наклоняется при этом так сильно, что в конце концов обламывается и погибает. Правда, до того как это случится, он обычно успевает отцве-

сти и рассеять семена, обеспечивая таким образом продолжение жизни вида.

Среди множества адаптаций, свойственных различным видам, особое место занимает сама способность к адаптации, характерная для всего живого. Пресноводная инфузория-туфелька при резком добавлении соленой воды в пресную сразу же погибает. Однако при постепенном повышении солености инфузория успевает приспособиться к новым условиям среды, и смертельными для нее становятся все большие и большие концентрации соли. Человек также способен постепенно привыкнуть, например, к содержащим мышьяк лекарствам, принимая их малыми, но все более увеличивающимися дозами. Человеку, внезапно попавшему с расположенной на уровне моря равнины в высокогорье, первое время бывает трудно дышать в непривычно разреженной атмосфере, но через некоторое время организм приспособливается, увеличивая количество красных кровяных телец и повышая таким образом способность крови переносить кислород. Кроме того, животные, в том числе и человек, могут противостоять попадающим в их организм чуждым, порой болезнетворным, агентам, вырабатывая специфические защитители, обезвреживающие их.

Существует три типа адаптаций — структурные, физиологические и поведенческие. Примерами структурных адаптаций могут быть различные формы строения ног и клюва птиц или растягивающийся наподобие гармошки стебель-резервуар агантского череуса, в котором растение запасает воду. Широко известны животные с покровительственной камуфлирующей окраской или маскирующей формой тела, предохраняющими их от нападения врагов. Таковы, например, палочники — тонкие и длинные гусеницы пядениц с утолщениями на теле, которые делают их похожими на сухие сучки и веточки, или белые куропатки, белоснежные зимой и коричневатые летом, сливающиеся с фоном в любое время года. Другие животные не только не маскируются, но, напротив, обладают яркой, бросающейся в глаза расцветкой; такая кричащая окраска как бы предупреждает об их несъедобности или опасности и также защищает от врагов. Яркие пятнистые пятна коровки совершенно несъедобны, полосатая желто-черная оса больно жалит, гремучая змея окрашена не ярко, но издает громкие звуки, предупреждающие крупных млекопитающих, чтобы те не наступили на нее. Среди бесконечного множества различных адаптаций особенно интересна мимикрия некоторым животным. Такие животные не имеют ни неприятного вкуса, ни какого-либо вредоносного оружия, но тем не менее отпугивают хищников, «подделываясь» под животных с угрожающей окраской, и таким образом обеспечивают себе безопасность.



МАСКИРОВКА БАБОЧКИ БЕРЕЗОВОЙ ПЯДЕНИЦЫ

Одним из наиболее ярких примеров приспособления под действием естественного отбора к изменениям среды является так называемый индустриальный меланизм, порожденный промышленной революцией. До 1850 года в Англии были известны только светлые бабочки березовой пяденицы, окрашенные под цвет лишайников, покрывающих стволы деревьев. После того как светлые лишайники основательно прокоптились фабричным дымом, светлая пяденица стала все более вытесняться темной, менее заметной и потому лучше укрывающейся от глаз хищников на потемневших стволах деревьев. Всего за какие-нибудь несколько десятилетий темная форма пяденицы полностью вытеснила светлую везде, за исключением сельских местностей.



Австралии по различным местообитаниям; они быстро дифференцировались, приспособляясь ко многим нишам, занятым на других континентах плацентарными. Например, тасманийский «волк» — это вовсе не волк, а сумчатое, схожее с волками Северного полушария лишь внешне, а также в способе охоты: он не подкарауливает добычу, а загоняет ее. Несмотря на эти черты, общие с евразийскими и североамериканскими волками, ряд других, менее бросающихся в глаза особенностей роднит его с кенгуру; поэтому зоологи-систематики объединяют их в одну группу. В Австралии живут также сумчатые, напоминающие мышей, кошек, кротов, ленивцев, белок, сурков и других плацентарных млекопитающих, занимающих соответствующие экологические ниши на других континентах.

Существует три известных закона (или скорее правила, поскольку имеется много исключений), относящихся к адаптациям теплокровных животных. В рамках отдельно взятого вида 1) размеры тела тем меньше, чем теплее климат, и тем больше, чем он холоднее (правило Бергмана); 2) выступающие части тела в холодном климате короче, чем в теплом (правило Аллена), и 3) окраска животных в холодном и сухом климате сравнительно светлее, чем в теплом и влажном (правило Глогера). Эти законы, управляющие адаптациями млекопитающих, равным образом относятся и к человеку. Хорошо подчиняется правилу Глогера цвет кожи человеческих рас, живущих во влажных тропических районах; общеизвестно, что темнокожие народы, исконно живущие в экваториальных районах — в центральной Африке, южной Азии, Меланезии, северной Австралии — не столь сильно загорают на солнце, как люди белой расы, и менее подвержены раку кожи. В коже белых людей отсутствует пигмент меланин, поглощающий ультрафиолетовые солнечные лучи, прежде чем они достигнут чувствительных слоев кожи.

У людей, принадлежащих к монголоидной расе, сформировавшейся в суровом климате центральной Азии, конечности — в полном соответствии с правилом Аллена — сравнительно короче, чем у представителей других рас. Эскимосы лучше европейцев переносят морозы, поскольку потребляют больше кислорода и соответственно производят больше тепла; у индейцев Аляски интенсивность кровообращения в руках вдвое больше, чем у белых, что также помогает им не замерзать на морозе. В противоположность монголоидам для темнокожих племен, населяющих тропические и субтропические саванны, характерны сильно удлиненные по сравнению с туловищем конечности, способствующие лучшему испусканию теп-

ла, — также в соответствии с правилом Аллена. Более того, в человеческих расах можно обнаружить даже конвергентные адаптации. Живущие на севере Скандинавии лопари принадлежат, как это было показано специальными исследованиями групп крови, пропорций лица и т. п., к белой расе, однако, испокон веков живя в холодном климате, они приобрели много общего с монголоидами. Существуют, наконец, и примеры проявления в расах человека правила Бергмана; так, пигмеи и другие карликовые племена живут в жарком климате, а высокорослые скандинавы — в холодном.

Хотя между человеческими расами имеются существенные различия, человечество в целом не является столь же ярким примером адаптивной радиации, как, например, сумчатые Австралии. Не выработалось у человека в процессе эволюции и столь характерных причудливых адаптаций, как горбы у верблюда или вытянутая морда у муравьедов. Одна из причин этого заключается в том, что человек в эволюционном смысле — существо молодое и у него просто не было достаточно времени для проявления радиации или возникновения значительных адаптаций. И все-таки удивительно, что примерно за миллион лет существования на Земле у человека не возникло никаких существенно новых черт, за исключением вертикального положения тела и характерной для всех рас формы головы. Это лишний раз показывает, что человек — существо уникальное. Он специализировался на неспециализированности. Таким образом, он получил возможность занять больше ниш, чем занимает какое-либо другое живое существо, — человек живет везде, от Арктики до тропиков, может питаться и почти чисто растительной пищей и одним мясом и при этом не распадается на несколько видов, занимающих разные экологические ниши. Вероятно, единственный сравнимый по разнообразию форм с человеком вид — это собака, первое одомашненное человеком животное.

Вместо того чтобы довериться естественному отбору и постепенно накапливать адаптации, прошедшие испытания в сменяющихся поколениях, человек оказался способным создать собственными руками адаптации — огонь, одежду, орудия, — не составляющие часть его тела, а лежащие вне его. Это дало человеку силы, которыми до него не обладала ни одна форма жизни. Послужат ли эти силы для поддержания тонких экологических взаимосвязей, являющихся продуктом миллиарда лет развития, или они будут использованы для бесцеремонного разрыва всей этой тончайшей сети — решать человечеству.



Отбрасываемый при необходимости ярко-голубой хвост сцинка отвлекает внимание хищника от туловища, в котором расположены все жизненно важные органы.

СЕКРЕТ УСПЕХА

В природе критерием успеха является выживание вида. Выживают далеко не все: из 2500 известных науке семейств животных сегодня на Земле обитает лишь одна треть. Сам факт их существования говорит о совершенстве их адаптаций и — как это будет показано на следующих страницах — об их способности противостоять изменениям внешних условий.



Большие круглые глаза с огромным зрачком позволяют белке-летяге, ведущей ночной образ жизни, видеть даже в густых сумерках в листве деревьев и служат ценным подспорьем ее тонкому слуху и обонянию.

Крошечный глаз живущего под землей слепыша едва отличает день от ночи.

Лучший способ уцелеть

В настоящее время на Земле живет более 1 300 000 различных видов растений и животных, причем каждый вид занимает в биоценозе определенную нишу, к которой он приспособлен лучше, чем кто бы то ни было иной. Один из способов изучения этого огромного разнообразия живых существ состоит в экологическом исследовании паразитальной системы связей различных видов друг с другом и с окружающей их средой.

На первый взгляд может показаться, что любое живое существо обладает набором не связанных друг с другом адаптаций, возникших в результате приспособления к среде, в которую оно волей

случая оказалось заброшенным. Однако более пристальное изучение проблемы обнаруживает, что концепция адаптаций может способствовать и более глубокому пониманию жизненных явлений. Чтобы жизнь продолжалась, живые существа должны непрерывно добывать себе пищу в количестве, достаточном для того, чтобы не умереть от голоду, и принимать участие в размножении. Таким образом, приспособленность можно определить как такой способ организации структуры, физиологии и поведения животного или растения, который позволяет им выполнять стоящие перед ними задачи.

В основе эволюционной теории лежит представление о накоплении адаптаций как о непрерывном процессе проб и ошибок, причем в роли фактора, отсеивающего ошибочные решения, выступает среда. Организмы, приспособленные лучше других, обеспечивают себе более высокие шансы на выживание и оставление потомства. Однако адаптации, доведенные до крайности, иногда теряют приспособительное значение и ведут к гибели вида. Нечто подобное произошло, например, с динозаврами. Некоторые далеко зашедшие адаптации делают организм слишком хосным, неспособным реагировать на изменение

внешних условий. Так, например, белоклювый дятел не смог приспособиться к новым условиям, возникшим после уничтожения больших лесных массивов в штате Вирджиния.

В заключение замечу, что наиболее полезны не столько, например, особо причудливые формы тела или какие-то твердо закрепленные стереотипы поведения, сколько сама способность приспосабливаться — к темноте или к яркому свету, к подземному или древесному образу жизни — и способность изменять образ жизни вместе с изменениями окружающей среды, будь то изменения естественные или привносимые человеком.

Странный мир пещер

Для изучающих эволюцию пещеры представляют собой идеальную лабораторию для исследования адаптаций. Дело не столько в том, что в пещерах на протяжении всего года поддерживаются довольно постоянные температура, влажность и освещенность, сколько в том, что уникальные условия пещерного обитания порождают самые причудливые формы растений и животных. Все участки пещер — и более освещенные у входа, и глубже лежащие сумеречные, и самые удаленные, где царит вечная ночь, — служат прибежищем поразительного множества растений и животных.

Из птиц единственным известным обитателем пещер является гуахаро, гнездящийся в пещере, а темными ночами вылетающий в поисках пищи наружу. Голубые глаза гуахаро зрячи, но в темноте он чувствует себя увереннее, ориентируясь, подобно летучим мышам, с помощью эха, отражающегося от различных предметов на его пути.

Истинные обитатели пещер никогда не покидают своего убежища и всю жизнь проводят в полной темноте. У таких животных много общих

черт, не свойственных родственным им животным, обитающим на поверхности земли. Так, например, среди постоянных обитателей пещер вовсе нет крупных животных; пещерные жители — это мелкие существа со слабыми, тонкими, бледными телами. Постоянно живя в условиях высокой влажности, они не нуждаются в волосах или перьях или в чешуе для защиты от холода и сырости. В темноте им не нужны глаза, и они атрофировались, но зато появились длинные усики — органы осязания — и острое обоняние, помогающие отыскивать скудную пищу. Обитатели пещер живут по собственным часам, и их активность не связана со сменой дня и ночи. Интересно, что поскольку слепые пещерные животные происходят от зрячих наземных форм, то некоторые из них, например пещерные саламандры, в юном возрасте зрячи. Если личинок этих саламандр специально выращивать на свету, то зрение сохраняется. По-видимому, в бесчисленных поколениях их предков слепота еще не успела закрепиться в качестве наследственного признака.



Гуахаро вьет гнезда в пещерах, но в поисках пищи вылетает наружу.



Длина этой обитающей в пещерах штата Кентукки желтоватой рыбки, так же как и других пещерных рыб, редко превышает семь-восемь сантиметров.



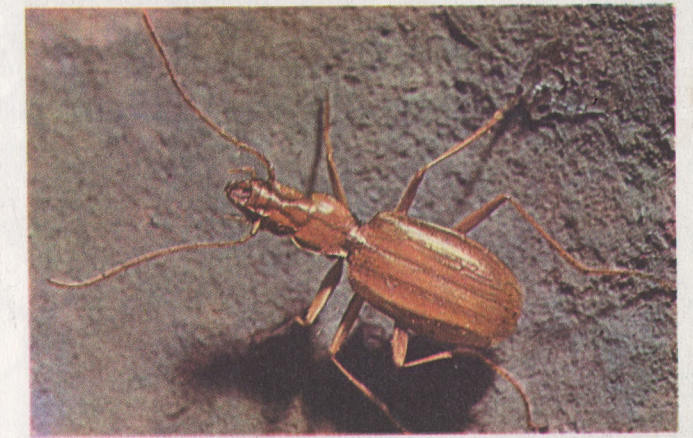
Глаза молодой пещерной саламандры отличают свет от темноты.



Слепой рак в поисках добычи.



Бесцветные турбеллярии питаются на бокоплавах.



Этот редко встречающийся слепой жук питается мелкими грибами.



Фигус-душитель прорастает из семени на стволе дерева-хозяина, а потом опутывает все дерево своими воздушными корнями и таким образом завоевывает себе место под солнцем, ранее принадлежавшее исключительно хозяину.



В краткий сезон дождей пустынное растение окотилью покрывается мелкими листочками и ярко-красными цветками (верхняя фотография); с наступлением засухи листья опадают, чтобы сохранить растению влагу до будущих дождей (нижняя фотография).

Неудобства неподвижности

Основное различие между растениями и животными состоит в том, что животное, оказавшись в затруднительном положении, может переместиться куда угодно, тогда как растение всю жизнь приковано корнями к одному месту. Поэтому растения, для того чтобы выжить, должны быть очень хорошо приспособлены к окружающей среде. Так оно и есть в действительности. Некоторые растения способны выносить крайне неблагоприятные условия. Существуют сине-зеленые водоросли, выдерживающие нагревание до $+85^{\circ}\text{C}$, а некоторые семена способны сохранять всхожесть после охлаждения до -270°C . Растения, вроде показанного на фотографии вьющегося фикуса, занимают очень узкую экологическую нишу; они произрастают лишь в тропических и субтропических лесах, ведя строго определенный образ жизни. Другие растения, существующие в условиях, где конкуренция за жизненное пространство не столь обострена, скажем в пустыне, обзаводятся причудливыми адаптациями, позволяющими им выжить в суровом климате. Некоторым из них свойственны внешне незаметные физиологические адаптации. Известны, например, альпийские растения, обладающие способностью превращать солнечную энергию в тепло и растапливать снег вокруг молодых ростков.



Приспособительное значение острых колючек на трехколючковой гледичии совершенно непонятно. Поскольку колючек особенно много на стволах, можно было бы предположить, что они призваны защищать цветущие кроны деревьев от мелких млекопитающих и птиц. Однако, после того как длинные зеленые стручки с семенами, созревают, опадают на землю, они становятся добычей скота и куропаток, и, таким образом, высказанная выше гипотеза оказывается неверна.



Львенок, играя, покусывает панцирь черепахи.

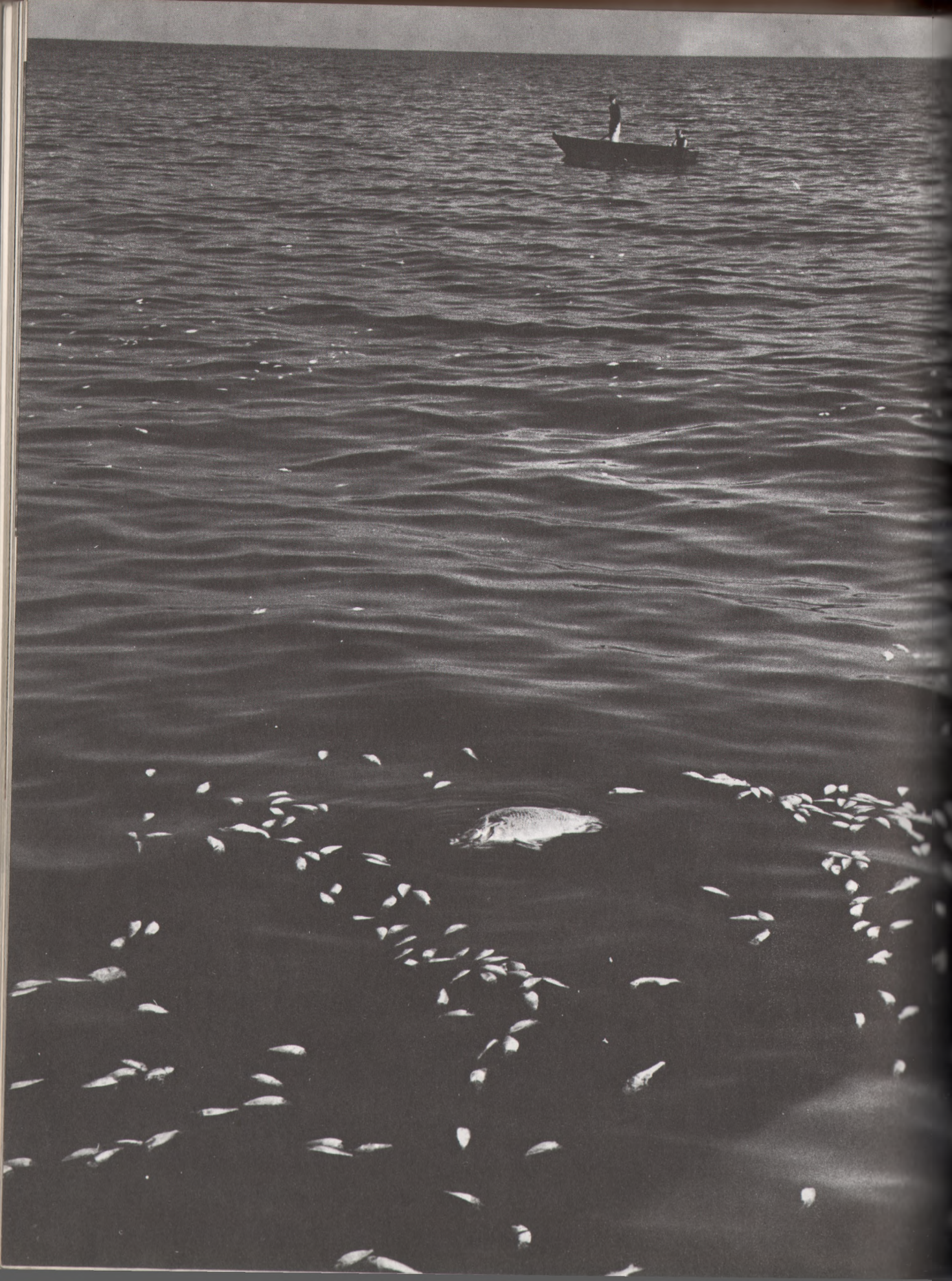
Обучение на практике

Как обучаются молодые животные пользоваться различными адаптациями, которыми в процессе эволюции их наделила природа? Ответ кроется в существовании поведенческих адаптаций — инстинкта и способности к обучению. Годовалый львенок погиб бы, если бы его не кормила львица. И хотя со временем у него появятся острые когти, сильные лапы и мощные челюсти, он так и не сможет охотиться на крупных антилоп и зебр, если его этому заблаговременно не научат родители. Однако охотничий инстинкт в львенке заложен, и проявляется он в играх с различными попадающимися ему под руку предметами, в данном случае с черепахой.

Со своей стороны черепаха хорошо приспособлена к тому, чтобы такая игра не закончилась для нее плачевно, — она втягивает длинную гибкую шею, голову и конечности под панцирь. Этот панцирь, защищающий уязвимую плоть черепаха, представляет собой устройство, столь надежное, что черепахи живут, почти не изменяясь, уже более 175 миллионов лет, из которых 174 миллиона минули еще до того, как на Земле появились первые львы.

Повертев черепаху и так и эдак, львенок убедился в ее неуязвимости. Взрослый лев никогда бы не принялся за такое занятие, даже если бы он умирал с голоду.





Миллионы рыб гибнут время от времени у побережья Флориды при так называемых «красных приливах» — массовых размножениях крошечных одноклеточных водорослей. Вода при этом действительно окрашивается в ржаво-красный цвет.

7

Расцвет и падение популяций

И напала саранча на всю землю Египетскую, и легла по всей стране Египетской в великом множестве... Она покрыла лицо всей земли, так что земли не было видно, и поела всю траву земную и все плоды древесные...» (Библия, кн. *Исход*). Нашествия саранчи, вроде описанного в Библии, испокон веков являются бичом населения пустынь. Известны и другие, ставшие легендарными, примеры нашествий различных животных — крыс в Гаммельне, кроликов в Австралии, леммингов в Скандинавии. Человек всегда испытывал благоговейный трепет перед грандиозными скоплениями живых существ, будь то бесчисленные стаи перелетных птиц, реки, вскипающие от идущего на нерест лосося, или моря, поверхность которых вдруг начинает светиться от бесчисленного множества микроскопических организмов. Такие вспышки жизни, как правило, вызываются смещением равновесия между видами в сообществе и динамикой популяций самих видов. Иногда подобные изменения численности являются результатом воздействия сезонных или каких-либо иных циклических факторов; порой они возникают из-за изменений в окружающей среде или из-за нарушения часто весьма тонкого равновесия между хищниками и жертвами; в отдельных случаях они вообще необъяснимы.

Группа организмов, принадлежащих к одному виду и занимающих в определенном момент времени определенное место в пространстве, называется популяцией. Между индивидуумом и популяцией индивидуумов имеется принципиальная разница. Индивидуум рождается, растет, стареет и умирает, но для эколога все это представляет интерес лишь постольку, поскольку затрагивает множество особей, обитающих в определенном месте, короче говоря — популяцию. Иногда между различными популяциями одного вида бывает много общего, но очень часто популяции в одних частях ареала заметно отличаются от популяций других его частей, хотя условия и здесь и там в основном

ной причиной гибели птенцов были хищники, главным образом змеи и мелкие млекопитающие, и гораздо в меньшей степени — паразиты и неблагоприятные погодные условия. Конечно, выживших птенцов подстерегает еще немало опасностей во время их первых полетов, первых попыток самостоятельно добыть себе пищу, первого перелета. Поэтому количество яиц, которое отложит следующей весной эти птицы, ставшие взрослыми, вряд ли заметно превысит все те же 600 штук.

Часто значительные колебания плотности популяций объясняются не только скоростью размножения. Например, ветер может согнать всех комаров с открытых участков, в результате чего в укромных местах они достигнут необычайно высокой концентрации; водные течения в озерах и океанах аналогичным образом могут привести к возникновению повышенных концентраций планктона. Кроме того, у многих животных в определенных ситуациях возникает тенденция образовывать большие скопления. Так, огромными косяками передвигаются с места на место некоторые рыбы; в большие стаи собираются на время перелетов водоплавающие птицы; быстро скапливаются у трупа только что павшего животного питающиеся падалью гиены и грифы.

Особенно склонны собираться в стаи птицы, поскольку почти для всех видов птиц характерен общественный образ жизни. Стайный образ жизни гусей, уток, чаек и большинства морских птиц общеизвестен, однако лишь недавно орнитологи обнаружили, что многим видам птиц присущи и другие, менее выраженные формы социального поведения. Хотя существующие теории таких явлений еще довольно противоречивы, однако многие экологи в настоящее время приходят к убеждению, что даже территориальность, ранее считавшаяся примером антисоциального поведения, поскольку она на первый взгляд как бы препятствует контактам между особями, по сути дела представляет собой одну из форм социального поведения. Территориальность признает право на собственность, что позволяет животным существовать довольно близко друг от друга. Соседи могут быть настроены враждебно, но, после того как границы гнездовых участков установлены, они уже не затевают драк и не покушаются на чужую территорию. Защита своей территории служит механизмом, удерживающим птиц на их собственных гнездовых участках. Индивидуальные участки образуют сложную систему, поддерживаемую «согласиями» о значении демонстративных поз, песен и проявлений агрессивности. Существование территориальности приводит к тому, что отдельные семьи занимают определенные участки и при этом остаются связанными со своими соседями некоторыми социальными взаимоотношениями.

Большинство многочисленных, то есть экологически преуспевающих, видов птиц безусловно социальные. Вероятно, самые многочисленные на свете птицы — это качурки Вильсона, в фантастических количествах гнездящиеся в Антарктиде и на прилежащих к Антарктиде островах. Они, как и примерно 200 других видов океанических птиц, всегда живут в колониях, где устраивают гнезда и высиживают птенцов. Казалось бы, это можно объяснить ограниченным числом мест, годных для гнездования; в действительности же это не так, поскольку остается много незанятых участков, вполне подходящих для гнездования. Ясно, что эти птицы просто предпочитают держаться вместе — единственно возможный образ действий для птиц, освоивших наименее пригодное для жизни местообитание — море. Успех наземных птиц в той или иной степени объясняется их способностью создавать сообщества: все 14 наиболее многочисленных видов птиц Англии и Уэльса ведут общественный образ жизни.

Между орнитологами до сих пор не прекращаются споры о том, какие биологические преимущества дает птицам общественный образ жизни. Предложено немало теорий; многие из них, возможно, и справедливы, однако пока еще нет решающих доказательств, которые позволили бы сделать выбор между ними. Тем не менее уже можно сказать, что чем больше колония, тем больше у ее обитателей зрительных и слуховых стимулов к размножению. Выгода при этом двоякая: в размножении участвует большее количество взрослых птиц и потомству обеспечена лучшая защита, в результате чего больший процент птенцов доживает до вылета из гнезд. Было показано, что минимальный размер нормально размножающейся колонии для бакланов, которые гнездятся на расположенных у побережья Перу островах и являются производителями знаменитых запасов гуано, составляет 10 000 особей при средней плотности около трех гнезд на квадратный метр. Необходимость в групповой стимуляции иногда столь велика, что может быть причиной плохого размножения некоторых морских птиц — например, олуш — в малых колониях. Другая теория предполагает, что преимущество колониального образа жизни состоит в том, что колонии успешнее, чем единичные особи, могут противостоять нападению других птиц и мелких хищников; правда, большие скопления яиц делают колонии особенно уязвимыми при нападении человека и крупных хищников.

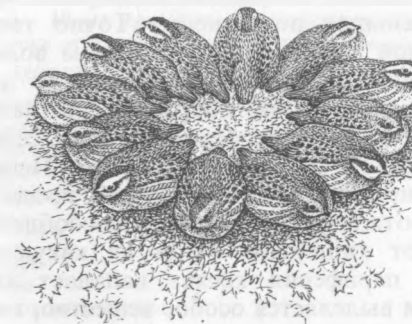
Скопление птиц на кормовых участках способствует более полному использованию пищевых ресурсов. Стая пасущихся гусей все время медленно передвигается по лугу. Подталкиваемые сзади передние гуси не успевают выщипывать всю тра-

ву, и часть ее остается идущим позади. Поскольку добыча океанических птиц — рыба и планктон — часто образует скопления, птицам в стае легче обнаруживать и проще более успешно охотиться на такие скопления, чем одиночным особям. Для совместной охоты объединяются и такие птицы, как, например, черные бакланы и розовые пеликаны. И те и другие летают большими группами, пока кто-нибудь не заметит косяк рыбы. Тогда птицы садятся на воду и сгоняют рыбу в одно место, образуя на воде все более сужающееся кольцо. Иногда бакланы цепью перекрывают выход из залива или устья реки и загоняют косяк на мелкое место, где рыбу уже легко ловить.

Общественный образ жизни свойствен не только птицам. Склонность к совместному существованию встречается у животных всюду в природе и может проявляться в самых различных формах, начиная от случайных встреч в период спаривания и кончая сохраняющимися в течение ряда лет вполне упорядоченными колониями.

Некоторым насекомым — кое-каким пчелам и осам, всем без исключения муравьям и термитам — свойственна поразительно сложная и устойчивая социальная организация. У млекопитающих также продолжительность существования сообществ с определенной структурой превышает время жизни отдельных особей. Общественный образ жизни сильно повышает шансы на выживание отдельных особей. Стая волков может загрызть одинокого бизона, но когда быки образуют круг, в центре которого находятся коровы и молодой теленок, такое стадо практически неуязвимо. Эффективную социальную организацию представляет собой также стая волков. Одному волку трудно осилить оленя, вилорогую антилопу или бизона, однако в хорошо организованной стае, сменяясь, они могут загнать и загрызть добычу. Существуют и менее устойчивые ассоциации животных, сохраняющиеся до года или совсем эфемерные — однодневные. Виргинские перепелки живут маленькими группами — выводками, распадающимися каждую весну в период образования пар. Принадлежащие к одному выводку птицы весь день держатся в нескольких метрах друг от друга, вместе передвигаясь с места на место и лишь на ночь образуя плотное кольцо — головами наружу. Возможно, это помогает им вовремя заметить подкрадывающегося хищника, и уж наверняка это помогает им удерживать тепло и не замерзнуть холодными зимними ночами.

Преимущества, которые дает общественный образ жизни, очень много. Стая обезьян выделяет для охраны часовых; стае птиц легче обратить в бегство хищника, поэтому ему, как правило, достается лишь зазевавшаяся или отбившаяся от стаи птица. Общественный образ жизни облегчает размножение, способствуя встречам предста-



КОЛЬЦА ПЕРЕПЕЛОК

Подобно пионерам Дикого Запада в вестернах, виргинские перепелки на ночь образуют кольцо «спина к спине». Такая привычка не только помогает им уберечься от хищников, но и согревает холодными осенними и зимними ночами. Вспугнутые перепелки враспылку взлетают в разные стороны.

котери («общины»).* Община, занимающая обычно около семи десятых акра, является основной единицей поселения. Ее члены имеют одну нору и пользуются одним кормовым участком.

В программу обучения молодых входит знакомство с границами территории, и поэтому границы остаются неизменными из поколения в поколение, хотя отдельные члены общины могут погибать или эмигрировать. Члены соседних общин, как правило, относятся друг к другу агрессивно, однако это не мешает им иметь общих часовых, которые предупреждают всех о появлении опасности с неба — орлов или соколов — или с земли — рыси, койота, барсука или хорька. Когда находящаяся в любой части городка луговая собачка замечает какое-либо подозрительное движение, она издает резкий крик, очень напоминающий тьякканье. Этот сигнал разносится по всему поселению, и животные моментально настораживаются. Если сигнал высокий и часто повторяется, это значит, что причину тревоги выяснить некогда — надо быстро прятаться по норам.

Самки луговых собачек в отличие от большинства других грызунов приносят лишь один, да и то немногочисленный помет в год. Тем не менее популяция постоянно растет, и иногда даже требуются меры, чтобы предотвратить опасность перенаселения и поддержать численность популяции на оптимальном уровне. Система смежных общин очень хорошо приспособлена к выполнению этой задачи. По мере того как популяция растет, представители старших поколений эмигрируют за границы поселения — в «пригороды», где основывают новые общины, а старые норы оставляют молодым. Если же уменьшилась численность соседних общин, то зверьки из перенаселенного участка занимают свободную территорию соседей. Но независимо от механизмов регуляции плотность популяции остается приблизительно постоянной.

Обычно внимание людей привлекают не столько относительно регулярные изменения численности популяций в разные годы, сколько флуктуации**, связанные с массовой гибелью животных. Как правило, такие бедствия обрушиваются на морских животных. Исторические хроники с древнейших времен донесли до нас воспоминания о морских берегах, покрытых горами зловонных трупов рыб, черепах, устриц, креветок и крабов. Причины такой массовой гибели могут быть самые разные: деятельность вулканов, подводные

* Такие объединения, известные уже для многих животных, назывались «большими семьями» (Эйбл-Эйбесфельдт), «демами» (Гилмур и Грегор) или парцеллярными группировками (Наумов). — Прим. ред.

** Флуктуация — несимметричное отклонение от равновесия в популяции. — Прим. ред.

землетрясения и вызываемые ими гигантские волны, резкие изменения температуры и солености морской воды. Однако самая грозная и непредвиденная для обитателей моря опасность — это внезапные вспышки численности некоторых планктонных организмов. Эти крошечные организмы размножаются столь молниеносно, что за несколько дней окрашивают собой воду, обычно в красные, розовые или коричневые тона, откуда это бедствие и получило название «красных приливов». Конечно, «красный прилив» — название неточное; в действительности, разумеется, ни приливы, ни красноватый цвет воды к массовой гибели животных никакого отношения не имеют. Одно из нашествий красного прилива получило отражение в Библии: «...и вся вода в реке превратилась в кровь; и рыба в реке вымерла, и река восмердела, и Египтяне не могли пить воды из реки...» (Библия, кн. *Исход*).

Хотя красным приливом время от времени охватываются и атлантическое и тихоокеанское побережья Северной Америки, наиболее тщательно изучению было подвергнуто побережье Мексиканского залива. На западное побережье Флориды красный прилив обрушивался многократно и нерегулярно. Впервые здесь он был зарегистрирован в 1844 году и с тех пор повторялся по меньшей мере 9 раз, последний раз в 1963 году. На протяжении многих километров на берег выбрасывались огромные количества дохлой рыбы. Приостанавливалось промысловое и спортивное рыболовство, под угрозу ставился туризм. Лишь в 1947 году ученые выделили организм, ответственный за массовую гибель рыбы у побережья Флориды. Им оказалась микроскопическая жгутиковая водоросль — динофлагеллята, представляющая собой нечто среднее между простейшими растениями и животными. Это крошечное создание, обычно очень малочисленное, способно молниеносно размножаться, достигая концентрации до 6000 штук в капле воды.

Проведенные во Флориде исследования показали, что для массового размножения водорослей — так называемой «вспышки» — требуется определенное стечение обстоятельств. В частности, такими условиями являются обильные ливни, смывающие с суши в прибрежные воды некоторые микроэлементы; пониженная соленость воды; определенная температура и безветрие. Когда реализуются все эти условия, динофлагеллята начинает быстро делиться: теоретически из одной клетки в результате 25 последовательных делений получается около 33 миллионов особей. Динофлагелляты выделяют в воду смертоносный яд, частично парализующий нервную систему рыб и других обитателей моря и приводящий в конечном счете к их гибели. Даже крошечные капельки отравлен-

Бурение подводной скважины на нефть в Мексиканском заливе.

8 Человек против природы

Томас Беддоз, английский поэт прошлого века, в своих стихах с редкой глубиной и проникновенностью выразил чувства, испытываемые многими из нас при виде того, как человек изменяет окружающий его мир:

Природа осквернена.
В самые заповедные уголки ее проник человек,
Верша свои грязные деяния.
О бедная, загубленная планета!

И действительно, судя по всему, современный человек с его безудержным желанием «приручить» атом и извлечь из Земли все, что можно, неизбежно разрушает и порывает нити, тесно связывавшие его с природой. Этот противостественный разрыв является причиной глубокой тоски многих людей по простой жизни давно минувших эпох, когда отношения человека с природой были еще гармоничны. И в самом деле, первобытный человек, хотя и не осознанно, но более глубоко, чем современный, использовал в своей повседневной жизни экологические принципы. Он не выделял себя, подобно современному человеку, из окружавшей его природы и не противопоставлял себя всему, что лежит вне его. Всем первобытным человеческим культурам свойственны идеи тотемизма, хотя само слово «тотем» происходит из языка индейцев оджибве, живших вокруг Великих озер. В общем смысле слова тотемизм — это идея родства группы людей с каким-либо предметом или живым организмом, так называемым тотемом. Тотемом может быть и рыба-попугай некоторых племен аборигенов Австралии, и тигр у одного из племен Индии.

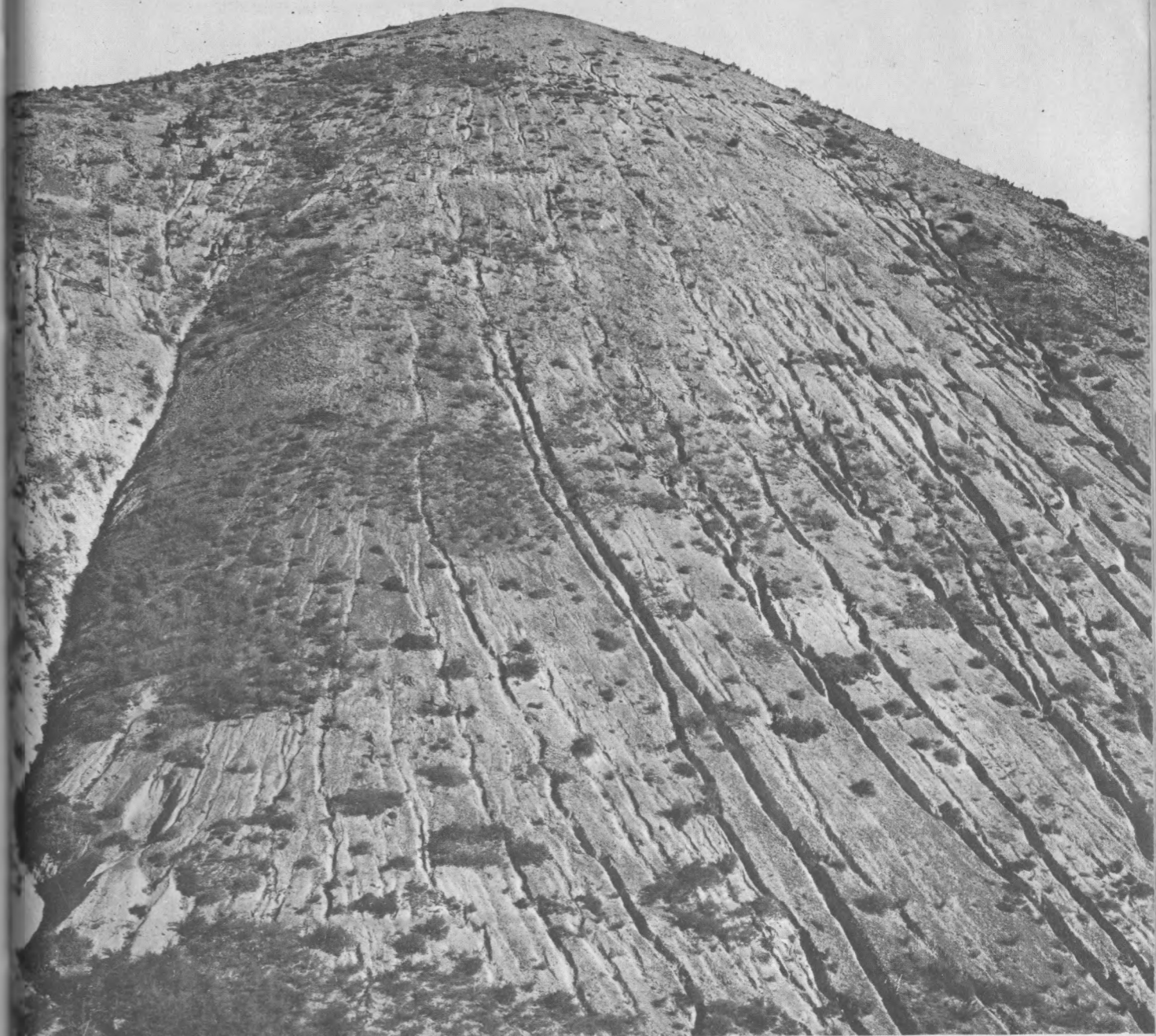
У многих народов, считающихся примитивными, поразительным образом развита экологическая интуиция. Индейцы тропических лесов Южной Америки

Даже когда в воду или воздух попадают ничтожные количества радиоизотопов, они достигают иногда совершенно неожиданных концентраций в процессе накопления в цепях питания; занимающая достаточно высокое место в цепи питания жертва может содержать дозу, летальную для замыкающего цепь хищника. Это было показано в экспериментах на Хэнфордской атомной электростанции, стоящей на реке Колумбия в штате Вашингтон. В реку с постоянной скоростью спускались малые количества различных изотопов для того, чтобы проследить пути, по которым в естественных условиях может накапливаться в цепях питания радиоактивность. При этом оказалось, например, что яйца уток и гусей в среднем содержат радиоактивный фосфор в концентрации, в 200 000 раз превышающей его концентрацию в речной воде, а иногда это значение подскакивает до 1 500 000. В другом эксперименте при загрязнении воздуха концентрация радиоактивного йода в щитовидной железе зайцев в 500 раз превышала его концентрацию в окружающей среде. В обоих случаях достигнутые уровни радиоактивности оказались нелетальными для исследованных животных, и яйца водоплавающих птиц были благополучно высижены. Однако о генетической опасности повышенного уровня радиоактивности для животных известно очень мало, хотя эта опасность, несомненно, существует. Если засорение среды радиоактивными отходами будет продолжаться, то скоро мы достигнем опасного рубежа, за которым вымирание наиболее чувствительных организмов с последующими серьезными нарушениями работы экосистем будет неизбежным. И даже если не будет ни ядерной войны, ни испытательных атомных взрывов, одно лишь мирное использование атомной энергии ставит перед человечеством сложную проблему удаления

радиоактивных отходов и охраны окружающей среды от засорения ими.

При взгляде на созданную человеком ноосферу возникает искушение остановить хотя бы на мгновение неуклонное развитие техники, чтобы дать человечеству время задуматься над стоящими у порога и настойчиво стучащими в дверь проблемами. Однако, подобно тому как нельзя решить экономические проблемы, закрыв разом все банки, так нельзя решить и экологические проблемы, остановив течение времени. Экология не в силах повернуть время вспять. Вероятно, такова натура человека — он все время стремится к изменению окружающего. Эта склонность побудила его покинуть свою естественную среду — тропический лес, — к которой он был так хорошо биологически приспособлен, и повлекла за собой пагубные последствия, вызванные стремлением человека подчинить себе природу. Человек оказался у кормила биосферы, не зная правил навигации.

Однако эти правила — экологические законы мира, в котором живет человек, — существуют. Человек научился покорять энергию атома и запускать вокруг Земли космические корабли. Но отменить законы природы он не в силах — и по-прежнему вынужден пользоваться старомодным парашютом, чтобы компенсировать тяготение при возвращении космических кораблей на Землю. Точно так же человек может вырубить лес или перекрыть реку, но он не может отменить законы, управляющие жизнью на Земле. Он не может без конца игнорировать законы, управляющие биоценозами и экосистемами, поддерживающими в равновесии многочисленные формы жизни, окружающие его. Этот основной принцип экологии был сформулирован еще в XVII веке философом Фрэнсисом Бэконом: «Мы не можем управлять природой иначе, как подчиняясь ей».



Содержащийся в дыме сернистый газ, прежде чем его научились улавливать и использовать для промышленных нужд, полностью уничтожил растительность на этой горе.

РАСТУЩЕЕ ПОНИМАНИЕ

После 10 000 лет постепенного покорения природы человек создал мир, полностью отвечающий его потребностям и желаниям. Правда, в последнее время он начинает отдавать себе отчет в последствиях такого бездумно расточительного обращения с природными ресурсами, начиная с минеральных богатств и кончая почвами, лесами, степями и их обитателями. И лишь совсем недавно человек приступил к охране и восстановлению природных сообществ.



Трубы фабрик и заводов изрыгают массы дыма и едких паров.

Спектр загрязнения

Промышленность и порожденное ею урбанистическое общество непрерывно производят миллионы тонн продуктов и отходов, поступающих в воду, которую мы пьем, и в воздух, которым мы дышим. Вот лишь некоторые из них: дезинфицирующие и моющие средства, инсектициды, выхлопные газы, зола и дым печей, сточные воды, радиоактивные отходы и т. д. и т. п. Круг проблем, создаваемых загрязнением воды, простирается от борьбы с инфекциями до предотвращения уничтожения прибрежных рыболовных промыслов и всего живого во внутренних водоемах.

Не лучше чем с водой, обстоит дело и с воздухом. Его повсюду используют как по-

Пена синтетических моющих средств в сточном канале (Чикаго). В отличие от мыла детергенты не подвержены разлагающему действию бактерий и могут сохраняться в воде в течение многих лет.

мойку, в которую выбрасываются продукты горения. В Лондоне, Нью-Йорке, Чикаго и Лос-Анджелесе в последнее время приняты решительные меры по борьбе со смогом, но несмотря на это, в большинстве индустриальных центров концентрация ядовитых газов столь высока, что они убивают, особенно в холодное время года, страдающих сердечными заболеваниями и раком, разъедают глаза и отравляют окрестные поля. Частично это зло уменьшается при использовании специальных топок и установке усовершенствованных фильтров не только на дымовых трубах, но и на выхлопных трубах двигателей внутреннего сгорания.

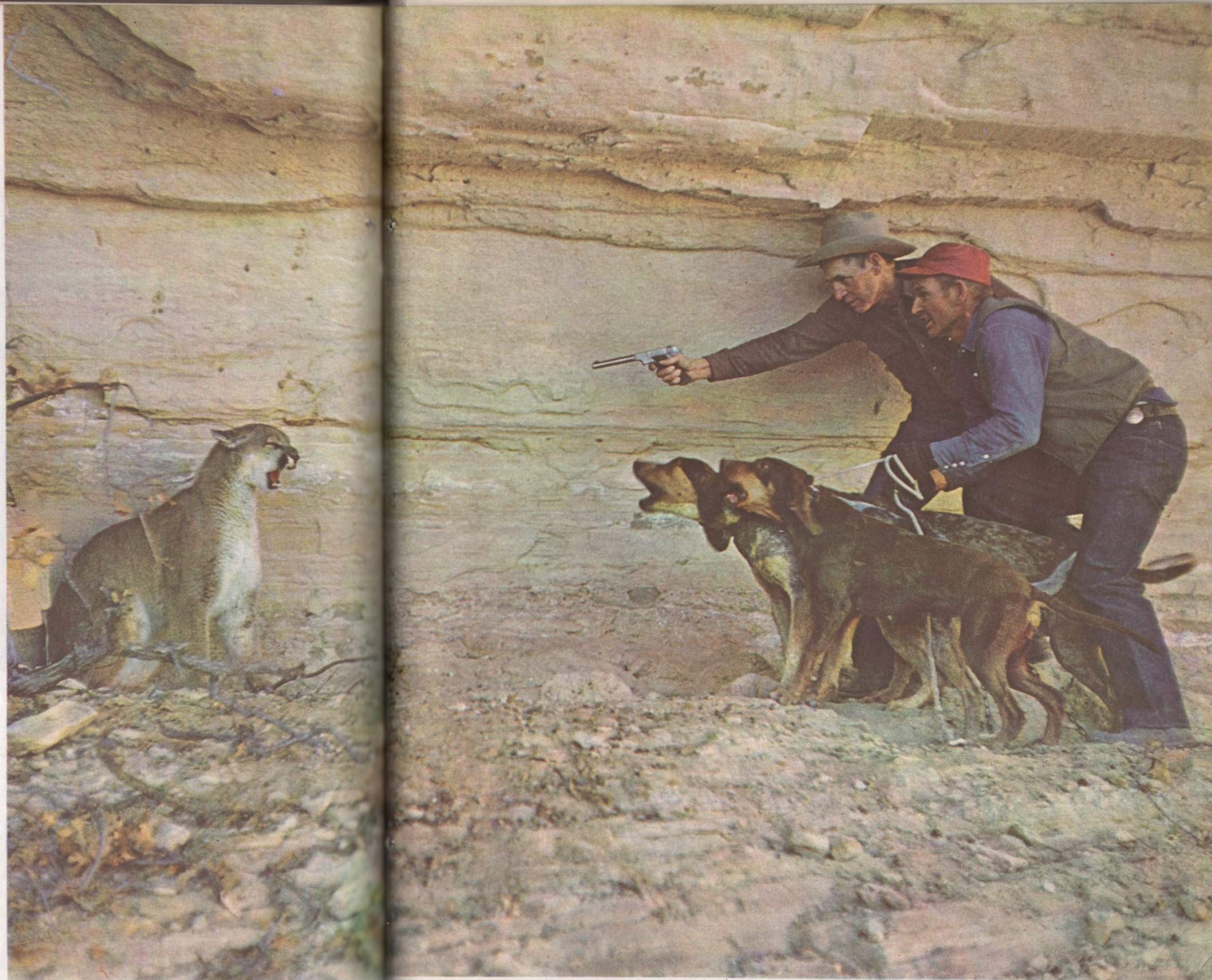


Награды, выдаваемые за шкуры, вызвали массовое уничтожение койотов. Прежде койоты считались вредными хищниками; теперь известно, что они приносят некоторую пользу, контролируя численность кроликов и других грызунов.

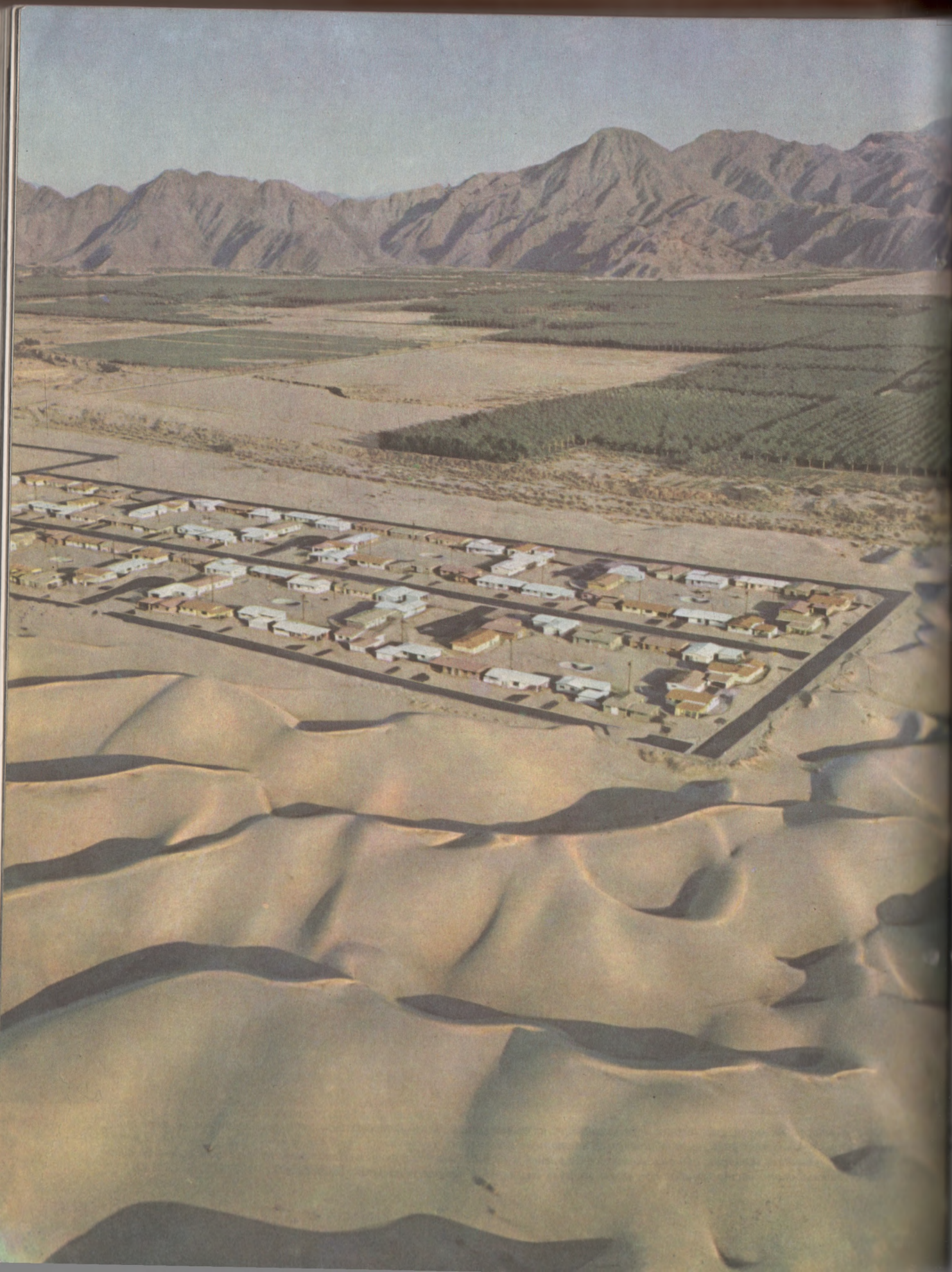
Война с хищниками

Представление о том, что одним истреблением хищников не решить проблему охраны природы, приобретает популярность очень медленно. В начале этого века была предпринята попытка «защитить», по-видимому, вполне здоровую и устойчивую популяцию из 4000 чернохвостых оленей, обитающих на плато Кайбаб в Аризоне. Индейцы и белые поселенцы за охоту на оленей отправлялись на скамью подсудимых, а тысячи хищников — пум, волков и койотов — систематически истреблялись. В то же время овцы и крупный рогатый скот вытаптывали и стравливали пастбища оленей. Пастбища зарастали кустарниками, молодые побеги которых пришлись оленям по вкусу. В результате численность популяции увеличилась в 1924 году до 100 000, все кустарники были объедены и в последующие годы тысячи оленей погибли от голода. В 1939 году, когда их численность упала до 10 000 голов, было решено попытаться восстановить природное сообщество, разрешив ограниченную охоту, прекратив истребление хищников и расширив пастбища. К 1964 году численность оленей на Кайбабе достигла 13 000.

Компетентные инстанции выступают сейчас против системы премий за уничтожение хищников, обходящейся примерно в 700 000 фунтов стерлингов в год. Вместо этого тщательно разрабатываются местные программы, призванные регулировать численность хищников, не доводя дело до их полного уничтожения.



Эта пума — один из немногих уцелевших представителей крупных кошек, число которых неуклонно уменьшается по мере того, как цивилизация вторгается в их местообитания. В настоящее время пумы сохранились лишь в пальмовых лесах Флориды и неприступных горах западных штатов, где они охотятся на оленей и мелких млекопитающих. Некоторые из них, правда, иногда нападают на домашний скот, часто погибая при этом от пуль фермеров и профессиональных охотников.



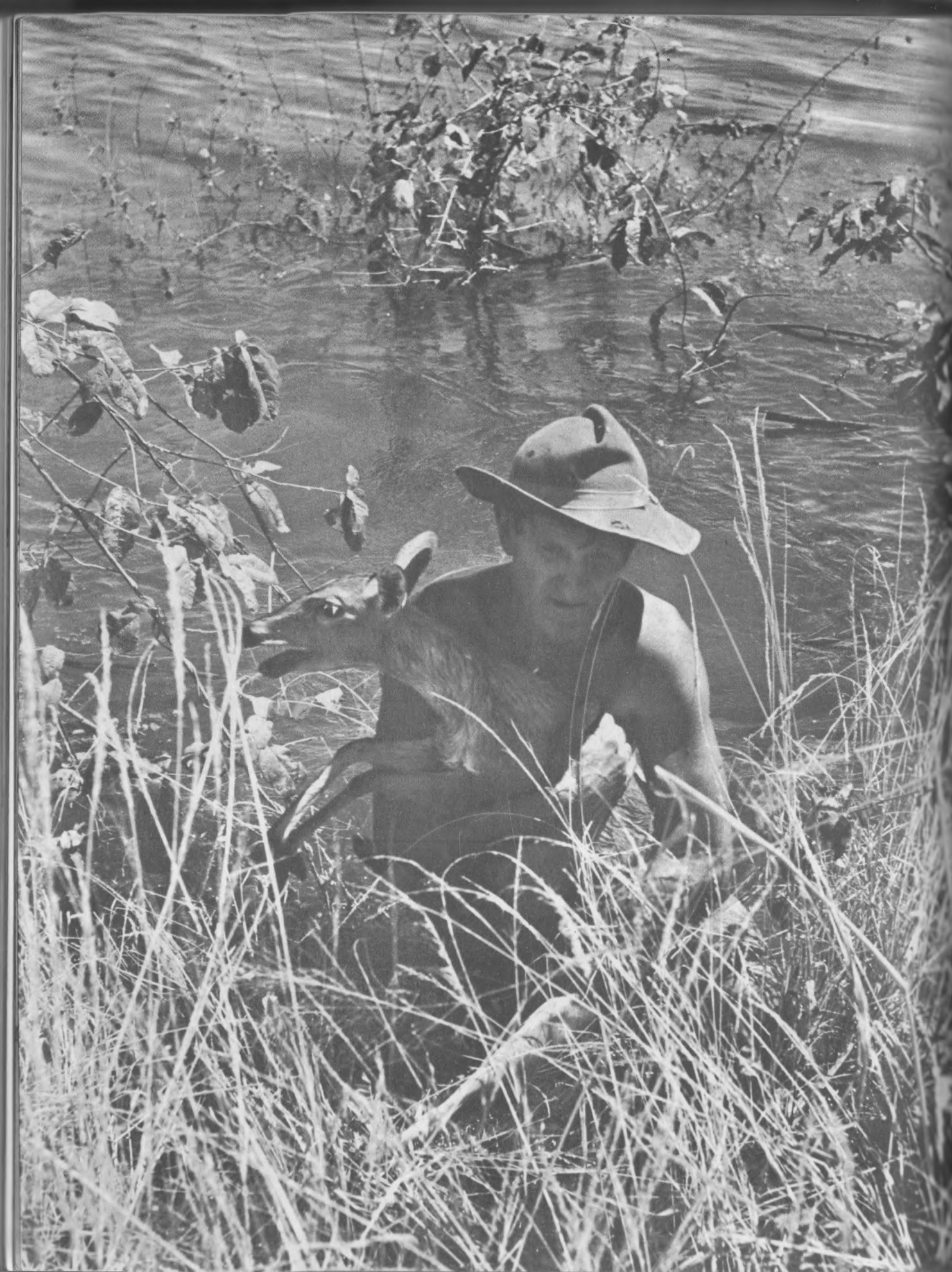
Сеть живых изгородей, ограждающих участки возделываемой земли, раскинулась по всей Англии. Каждая полоса изгороди представляет собой комплекс разнообразнейших лесных и полевых растений и животных: вязы, дубы и ясени перемежаются с боярышником, кизилом, шиповником и бузиной, давая прибежище певчим птицам, насекомым и млекопитающим.

Преображенный ландшафт

Не всегда эксплуатация человеком земель, на которых он живет, разрушает природные сообщества. В Англии и Шлезвиг-Гольштейне миллионы километров живых изгородей, насаженных еще двести-триста лет назад, не только представляют собой миниатюрные островки дикой природы, но и предотвращают эрозию почв, удерживают влагу и служат источником древесины. В США почвы, подверженные эрозии, возвращают к жизни, террасируя их и обсаживая великолепным мно-

гоцветковым шиповником. Человек не только улучшает используемые им земли, но и орошает пустыни, извлекая на поверхность подземные воды и проводя оросительные каналы к засушливым территориям. В Саудовской Аравии лимонные и апельсиновые деревья выращиваются на искусственных почвах, которые представляют собой находящиеся под слоем песка «подушки» из пористой резины.

После того как добытая из земных недр вода оросила безжизненные барханы, в пустыне Мойав вырос новый город.



На обреченном на затопление острове егеря связывают попавшую в сеть антилопу бушбок.

Крупнейшая операция по спасению животных

Когда в Южной Африке была возведена Карибская плотина, образовалось водохранилище площадью около 5000 квадратных километров. Высокие холмы превратились в острова, на которых собрались носороги, слоны и множество других млекопитающих и рептилий. Маленькие группы егерей спасали животных, будучи вооружены лишь лодками, ловчими сетями и собственным безграничным мужеством. За время операции они отбуксировали и переправили в прибрежный заповедник более 6000 животных. В этой операции «Ноев ковчег» ярко отразилась растущая озабоченность общественности относительно сохранения дикой природы.

Возглавляющий спасательную операцию Руперт Фазерхилл по пояс в грязи и иле вытаскивает сквозь колючий кустарник лесную антилопу дукера, напуганную им куда больше, чем наступающей водой.



Пойманные животные спешно переправляются в шестиметровой металлической лодке. Связанные бородавочки спокойно похрапывают, а более нервным антилопам приходится закрывать глаза, так как при виде своих спасителей они не перестают биться, пытаясь высвободиться из связывающих их пут.



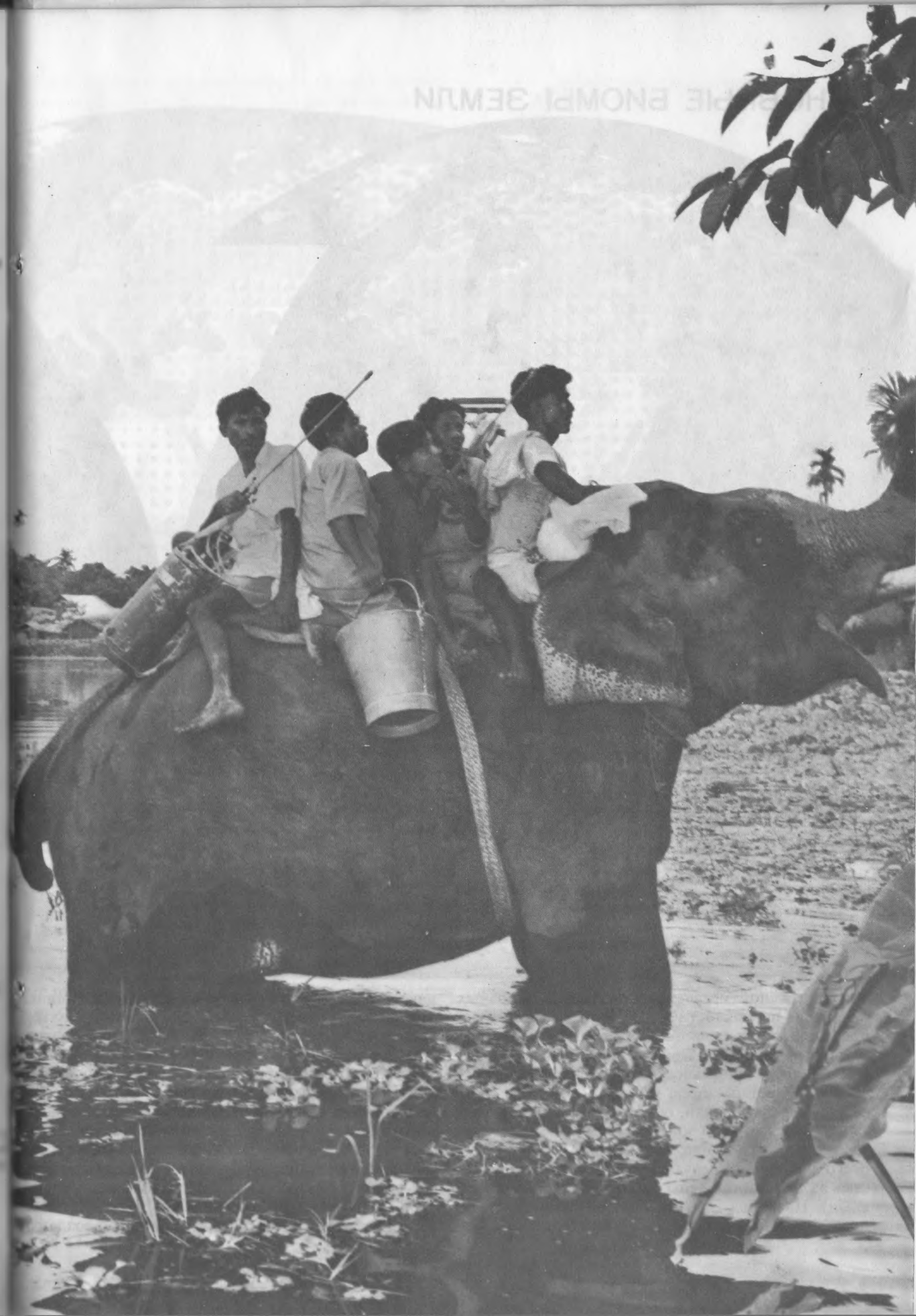
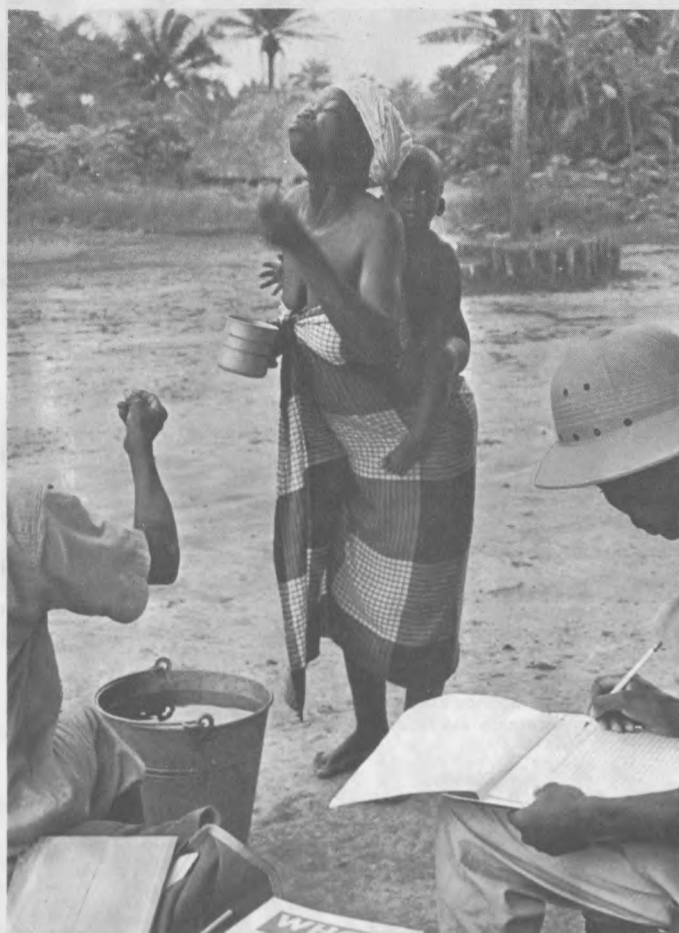
Для того чтобы предотвратить вспышки малярии, требуется постоянная бдительность: с опрысканной ДДТ стены собирают комаров, чтобы проверить, не выработалась ли у них невосприимчивость к инсектициду.

Искоренение эпидемий

За последние 10 лет в большинстве районов земного шара смертность от различных заболеваний была значительно снижена. Но, несмотря на все усилия, ежегодно более 30 000 человек погибают от холеры, около 60 000 — от оспы и до двух миллионов становятся жертвой древнейшего бича человечества — малярии. В течение некоторого времени эффективным средством уничтожения переносчиков малярии — различных комаров рода *Anopheles* — был ДДТ. Однако менее чем за 10 лет у комаров выработалась невосприимчивость к ДДТ. Это побудило провести в 1955 году всемирную кампанию по искоренению инфекции в как можно большем числе очагов, пока еще не везде у комаров выработался иммунитет. Программа, интенсивно развиваемая Всемирной организацией здравоохранения, включает использование различных синтетических медикаментов, создающих на некоторый срок иммунитет к инфекции. Увы, успехи человека в борьбе с инфекциями еще более обостряют неотложную проблему управления неконтролируемо растущей численностью населения Земли. Как человечество справится с этой задачей и с задачей поддержания устойчивого экологического равновесия в масштабах биосферы — покажет будущее.

Принимаемые этой либерийской женщиной антималярийные таблетки в течение недели будут защищать ее от заболевания. Разрабатываются препараты с более продолжительным сроком действия.

В глухих джунглях Индии бригада сотрудников ООН борется с малярией с помощью инсектицидов. Программа Всемирной организации здравоохранения защищает от малярии 500 000 человек, живущих в очагах инфекции.



ОСНОВНЫЕ БИОМЫ ЗЕМЛИ

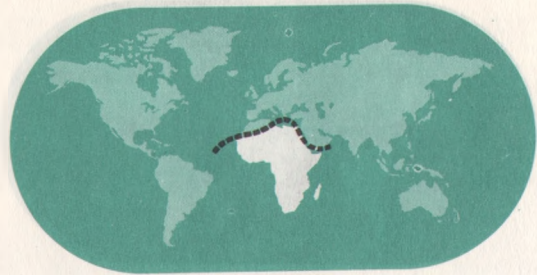


Эта карта показывает распределение основных биомов на поверхности Земли, вернее, как они распределялись бы, если бы не разрушительная деятельность человека. Темно-зеленый фон означает обильную растительность — тропические, лиственные и хвойные леса. Светлый фон указывает на степи и кустарники, белый — на тундру и пустыни. Там, где одни зоны перемежаются с другими, соответствующие обозначения чередуются. Всего различают девять основных биомов суши (два из них изображены здесь одинаковыми знаками). Названия большинства биомов определяются преобладающим типом растительности. Од-

нако в конечном счете фактором, определяющим тип биома, является климат, поскольку характер среды задается в основном температурой, дождями и ветрами. Так, например, в обоих полушариях в областях, лежащих у экватора, ветры в основном дуют в направлении экватора. Они несут с собой влагу, которая выпадает в тропическом поясе; в результате возникают тропические леса. Однако и к северу и к югу от тропического пояса те же самые ветры являются причиной образования саванн и пустынь. Еще дальше к северу и югу чередующиеся ветры из субтропической и полярной зон создают

сложную последовательность выпадения осадков в разных районах, что приводит к образованию степей и лесов умеренного пояса. Близость к океану также влияет на распределение осадков, а следовательно, и типов растительности; например, удаленные от океана центральные районы Азии наиболее засушливы. Наконец, хотя одни и те же биомы встречаются по всему земному шару, на разных континентах, в разных частях света леса, степи и т. д., как это показано на следующих страницах, имеют свои характерные особенности. Различны и животные,

приспособившиеся к существованию в этих биомах. Две из шести основных зоогеографических областей иногда объединяют в один большой район — Голарктику. Фактически он состоит из двух тесно связанных подрайонов: Неарктики, или Северной Америки, и Палеарктики, или Евразии. И хотя климат в обеих областях очень схож и когда-то они, вероятно, соединились перешейком, существовавшим на месте теперешнего Берингова пролива, тем не менее они изолированы друг от друга настолько давно, что их фауна весьма значительно дифференцировалась.



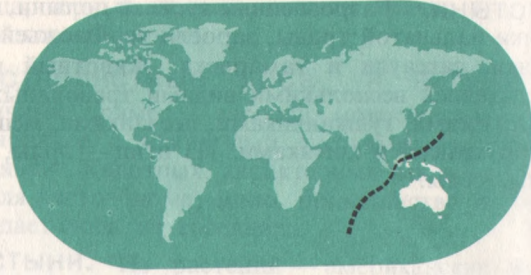
Эфиопская область

В состав области входит почти вся Африка, кроме крайнего северо-запада, да еще Мадагаскар и южная часть Аравийского полуострова. Западная Африка, а также горная часть Восточной Африки в лежащих у экватора районах покрыты тропическими лесами. Остальную часть Центральной Африки в основном занимают саванны и степи, простирающиеся до Сахары на север и Калахари на юго-запад. Саванны Африки с бесчисленными стадами разнообразных копытных, пасущихся на них, представляют собой самый яркий в мире образец этого биома. Многие из обитающих в африканских саваннах млекопитающих не встречаются больше нигде. В целом животный мир Африки больше всего родствен фауне Восточной области. Основные биомы:

Тропический лес Африки беднее тропических лесов других частей света. Из деревьев наиболее характерна свистения, или «красное дерево», много хевей, папоротников, лиан, орхидей и других эпифитов. Из животных примечательны карликовая антилопа, окапи, карликовый бегемот, горилла, шимпанзе, краснозадая зеленая мартышка и мартышка-кардинал, слон.

Саванна. В основном покрыта травами. Попадаются деревья типа акации, баобаба, молочая и пальмы. Травоядные: зебра, антилопа канна, сернобык, антилопа бубал, гну и др. Типичны также жирафы, слон, африканский страус, белый и черный двурогие носороги, лев, бородавочник, гепард, гиеновая собака, суслики, златокрот.

Пустыня. Растительность состоит главным образом из куртин трав и редких кустов, в оазисах растут финиковые пальмы. На юге встречаются вельвичия, молочай и растения с клубненосными корнями. Из животных распространены газель антидорка, дикобраз, тушканчик, гунду, даман, тенрек, орел, ящерицы.



Австралийская область

Эта область, иногда именуемая Астралазией, включает в себя Австралию, Тасманию, Новую Гвинею, Новую Зеландию и острова Тихого океана. В Австралии центральная часть покрыта пустыней, окаймленной степями и саваннами с редкими участками тропического леса. Биомы островов различны — от тропической Новой Гвинеи до сравнительно холодной Новой Зеландии. Перешейки, соединявшие когда-то отдельные участки суши, давно исчезли, и на изолированных островах возникло множество эндемичных растений и животных. Нишу, во всех частях света занятую планктонными млекопитающими, здесь занимают сумчатые и отчасти бескрылые птицы. Основные биомы:

Пустыня. Основная растительность — местные формы солянки, лебеды, акации и различные эвкалипты. Из животных — сумчатый крот, кенгуровая мышь, тушканчиковая сумчатая крыса, молах, длиннохвостые попугайчики.

Саванна. В основном степи и заросли кустарников и эвкалиптов, в том числе красного эвкалипта и других специфически австралийских растений. Из животных наиболее характерны гигантский рыжий кенгуру и эму; встречаются также бандикуты, сумчатый кролик, вомбаты, какаду и другие попугаи.

Тропический лес представляет собой лиственный лес жаркого и влажного климата со сплошным пологом, многочисленными вьющимися растениями и лианами, либо редкий эвкалиптовый лес. Обитают в лесах древесный кенгуру, валлаби, коала, опоссум, сумчатый волк, тасманийский дьявол, утконос, летучая собака, казуар, лирохвост.

ЛИТЕРАТУРА

1. Allee W. C., Cooperation Among Animals, Abelard-Schuman, New York, 1951.
2. Allee W. C., Emerson A. E., Park O., Park T., Schmidt K. P., Principles of Animal Ecology, Saunders, 1949.
3. Allen D. L., Our Wildlife Legacy, Funk and Wagnalls, New York, 1962.
4. Anderson E., Plants, Man and Life, Little, Brown, Boston, 1952.
5. Andrewartha H. G., Birch L. C., Introduction to the Study of Animal Population, Methuen, 1961.
6. Andrewartha H. G., Birch L. C., The Distribution and Abundance of Animals, Univ. of Chicago Press, 1954.
7. Aubert de la Rüe E., Bourlière F., Harroy J.-P., The Tropics, Knopf, New York, 1957.
8. Bates M., Animal Worlds, Random House, 1963.
9. Bates M., Man in Nature, Prentice-Hall, 1961.
10. Bates M., The Prevalence of People, Scribner, 1955.
11. Bates M., The Forest and the Sea, Museum Press, 1961.
12. Beaufort L. F., de Zoogeography of the Land and Inland Waters, Sidgwick and Jackson, 1951.
13. Bourlière F., The Natural History of Mammals, Harrap, 1955.
14. Brown H., The Challenge of Man's Future, Viking Press, New York, 1956.
15. Buchsbaum R., Milne L. J., The Lower Animals: Living Invertebrates of the World, Hamilton, 1960.
16. Buchsbaum R., Buchsbaum M., Basic Ecology, Holborn, 1962.
17. Burnet F. M., Natural History of Infectious Diseases, Cambridge Univ. Press, 1962.
18. Carson R., Silent Spring, Hamilton, 1963.
19. Carson R., The Edge of the Sea, Houghton Mifflin, Boston, 1955.
20. Clarke G. L., Elements of Ecology, Wiley, 1954.
21. Coker R. E., Streams, Lakes, Ponds, Univ. of North Carolina Press, 1954.
22. Coker R. E., This Great and Wide Sea, Hamilton, 1962.
23. Collins H. H., Complete Field Guide to American Wildlife, Harper and Row, 1959.
24. Coon C. S., The History of Man, Cape, 1962.
25. Котт Х., Приспособительная окраска животных, М., ИЛ, 1950.
26. Dansereau P., Biogeography, Ronald, 1957.
27. Дарлингтон Ф. Дж., Зоогеография, М. «Прогресс», 1966.
28. Dasmann R. F., The Last Horizon, Macmillan, 1963.
29. Daubenmire R. F., Plants and Environment, Wiley, 1959.
30. Dice L., Man's Nature and Nature's Man: The Ecology of Human Communities, Univ. of Michigan Press, 1955.
31. Dice L., Natural Communities, Univ. of Michigan Press, 1952.
32. Dobzhansky Th., Evolution, Genetics and Man, Wiley, 1963.
33. Dobzhansky Th., Mankind Evolving, Yale Univ. Press, 1962.
34. Dowdeswell W. H., Animal Ecology, Torchbooks, 1961.
35. Dubos R., Mirage of Health, Allen and Unwin, 1960.
36. Dyson J. L., The World of Ice, Crescent Press, 1963.
37. Elton C. S., The Ecology of Animals, Methuen, 1950.
38. Элтон Ч. С., Экология насекомых растений и животных, М., ИЛ, 1960.
39. Farb P., Living Earth, Constable, 1960.
40. Ford E. B., Ecological Genetics, Methuen, 1964.
41. Gilliard E. Th., Living Birds of the World, Hamilton, 1958.
42. Good R., Geography of Flowering Plants, Longmans, 1953.
43. Graham E. H., Natural Principles of Land Use, Oxford Univ. Press, 1944.
44. Hanson E. D., Animal Diversity, Prentice-Hall, 1961.
45. Hanson H. C., Churchill E. D., The Plant Community, Chapman and Hall, 1961.
46. Hedgpeth J. W., Treatise on Marine Ecology and Paleocology, Geol. Soc. Am., 1957.
47. Hesse R., Allee W. C., Schmidt K. P., Ecological Animal Geography, Wiley, 1951.
48. Huxley J., Evolution in Action, Penguin, 1963.
49. Huxley J., Evolution: The Modern Synthesis, Allen and Unwin, 1963.
50. Huxley J., Hardy A. C., Ford E. B., Evolution as a Process, Allen and Unwin, 1958.
51. Kendeigh S., Animal Ecology, Prentice-Hall, 1962.
52. Klopfer P. H., Behavioral Aspects of Ecology, Prentice-Hall, 1963.
53. Лэк Д., Численность животных и ее регуляция в природе, М., ИЛ, 1957.
54. Landsberg H. H., Fischman L. L., Fisher J. L., Resources in America's Future, Oxford Univ. Press, 1963.
55. Leopold A., A Sand County Almanac, Oxford Univ. Press, 1949.
56. Макфедьен Э., Экология животных, М., «Мир», 1965.
57. Майр Э., Зоологический вид и эволюция, М., «Мир», 1968.
58. McCormick J., The Living Forest, Harper and Bros., New York, 1959.
59. Milne L. J., Milne M. J., The Balance of Nature, Macdonald, 1962.
60. Milne L. J., Milne M. J., The Biotic World and Man, Prentice-Hall, 1958.
61. Moore H. B., Marine Ecology, Chapman and Hall, 1958.
62. Одум Е., Экология, М., «Просвещение», 1968.
63. Odum E. P., Odum H. T., Fundamentals of Ecology, Saunders, 1959.
64. Oosting H. J., The Study of Plant Communities, Freeman, San Francisco, 1956.

65. Pond A. W., The Desert World, Nelson, Camden, N. J., 1962.
 66. Reid G. K., Ecology of Inland Waters and Estuaries, Chapman and Hall, 1961.
 67. Richards P. W., The Tropical Rain Forest, Cambridge Univ. Press, 1952.
 68. Ricketts E. F., Calvin J., Between Pacific Tides, Oxford Univ. Press, 1963.
 69. Rothschild M., Clay Th., Fleas, Flukes and Cuckoos, Arrow Books, 1961.
 70. Scott J. P., Animal Behavior, Cambridge Univ. Press, 1958.
 71. Shelford V. E., Ecology of North America, Univ. of Illinois Press, 1963.
 72. Simpson G. G., Pittendrigh C. S., Tiffany L. H., Life, Routledge, 1957.
 73. Thomas W. L., Man's Role in Changing the Face of the Earth, Univ. of Chicago Press, 1956.
 74. Tinbergen N., The Study of Instinct, Oxford Univ. Press, 1951.
 75. Vogt W., People? Challenge to Survival, Gollancz, 1961.
 76. Weaver J. E., North American Prairie, Johnsen, Lincoln, Nebraska, 1954.
 77. Weaver J. E., Clements F. E., Plant Ecology, McGraw-Hill, 1938.
 78. Weins H. J., Atoll Environment and Ecology, Yale Univ. Press, 1962.
 79. Welty J. C., The Life of Birds, Knopf, New York, 1963.
 80. Wilson D. P., Life of the Shore and Shallow Sea, Nicholson and Watson, 1951.
 81. Yonge C. M., The Sea Shore, Collins, 1963.
 82. Zeuner F. E., A History of Domesticated Animals, Harper and Row, 1962.
 83. Zinsser H., Rats, Lice and History, Little, Brown, Boston, 1935.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	5
1. Всеобъемлющая паутина	7
2. Сосуществование в сообществах	33
3. Почему они живут там, где они живут	53
4. Ритмы, циклы и биологические часы	75
5. Взаимопомощь—или кровавая битва кльков и когтей?	95
6. Что такое приспособленность	121
7. Расцвет и падение популяций	141
8. Человек против природы	163
Основные биомы Земли	182
Литература	187

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

В 1971 ГОДУ
ИЗДАТЕЛЬСТВО „МИР“
ВЫПУСТИЛО
КНИГУ

Мартин Гарднер
„МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ГОЛОВЛОМКИ
И РАЗВЛЕЧЕНИЯ“

Имя Мартина Гарднера уже знакомо советскому читателю по переводам его книг „Теория относительности для миллионов“, „Этот правый, левый мир“, „Математические чудеса и тайны“.

Выпускаемая книга принадлежит к числу наиболее удачных произведений занимательной математической литературы. Она удивительна по разнообразию используемых автором форм: от кратких творческих портретов классиков занимательной математики до фокусов, основанных на использовании того или иного математического принципа, от хитроумных головоломок до игрушек-самоделок, теория которых тесно связана с важными разделами современной математики, от софизмов и задач на „смекалку“ до математических игр.

Живой подбор материала и совершенно необычная форма его подачи в сочетании с тонким юмором автора доставят большое удовольствие самому широкому кругу читателей — любителям математики, желающим с пользой провести свой досуг.

Питер Фарб
ПОПУЛЯРНАЯ
ЭКОЛОГИЯ

Редактор Р. Дубровская
Художественный редактор Ю. Максимов
Технический редактор А. Резоухова
Корректор Е. Кочегарова

Сдано в набор 8/II 1971 г.
Подписано к печати 1/X 1971 г.
Бумага офсетная, 84 x 108 $\frac{1}{16}$ — 6 бум. л.
20,16 усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 23,72. № 12/5848
Цена 1 р. 42 к. Зак. 110

ИЗДАТЕЛЬСТВО „МИР“
Москва, 1-й Рижский пер., 2

Ярославский полиграфкомбинат Главполи-
графпрома Комитета по печати при Совете
Министров СССР. Ярославль, ул. Свободы, 97