

59
Ф 24

П. ФАРБ

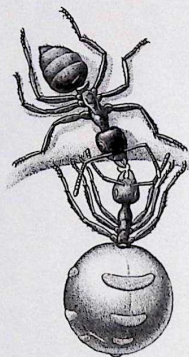
28.69
Ф 24

НАСЕКОМЫЕ



THE INSECTS

by PETER FARB



TIME-LIFE INTERNATIONAL
(NEDERLAND)

28.691.89
сб 24

БИБЛИОТЕЧНАЯ СЕРИЯ

П. ФАРБ

НАСЕКОМЫЕ

Перевод с английского
Ю. Фролова

Под редакцией и с предисловием
д-ра биол. наук
проф. Г. А. Мазохина-Поршнякова

109325

01

Издательство «Мир»
Москва 1976

Фарб П.

- Ф24 Насекомые. Пер. с англ. Ю. Фролова.
Под ред. и с предисл. Г. А. Мазохина-Поршнякова. М., «Мир», 1976.
192 с. с ил. (Библ. серия).

Имя Питера Фарба известно советскому читателю по вышедшей на русском языке книге «Популярная экология» («Мир», 1971).

В своей новой книге он рассказывает об удивительном мире насекомых. Описывая их строение, приспособительные возможности и высокую степень развития нервной системы, автор показывает преимущества насекомых перед другими животными, позволившие им достичь необыкновенного расцвета.

Выразительные фотографии и рисунки, увлекательное изложение материала, а также приведенный в конце элементарный определитель насекомых делают книгу не только интересной, но и полезной самому широкому кругу читателей.

21008—205
Ф 205—76
041(01)—76

592

ПРЕДИСЛОВИЕ

В зоологической системе насекомые занимают скромное место, будучи всего лишь одним из многих классов животных. В подобный же класс систематики выделяют, например, многоножек или инфузорий. Но по роли в природе и влиянию на здоровье человека и его благосостояние мало какие группы животных, даже более высокого таксономического ранга, могут сравниться с насекомыми.

Представим на минуту, что насекомые вдруг исчезли с лица Земли... и перед нашим мысленным взором пройдут мрачные картины разительных перемен в природе. Пообедали краски лугов и полей, ибо вымерли почти все цветковые растения, кроме опыляемых ветром, птицами и летучими мышами. Не стало семян и плодов, а значит, лишились пищи те, кто ими питался: погибло большинство насекомоядных и плодоядных, а также часть хищных птиц, исчезли насекомоядные млекопитающие, рептилии, земноводные и существовавшие за их счет хищники; перестали и многие пресноводные рыбы, кроме растительноядных и хищных, а последних заметно поубавилось. Резко упало плодородие почв — ведь бесчисленные насекомые разрыхляли, перемешивали и удобряли своими экскрементами почву. Леса, степи, поля оказались погребенными под ворохом отмерших растений и опавших листьев — микроорганизмы, грибы и оставшиеся беспозвоночные не справились без насекомых с переработкой опада. Особенно изменились тропические леса и саванны, где не стало такого мощного гигиенического фактора среды, как термиты. Без насекомых-санитаров, потребляющих и обычно закапывающих животные остатки, воздух наполнился смрадом разлагающихся трупов и экскрементов.

Но довольно картин запустения и голода — в мире без насекомых произошли бы и выпадные человеку перемены. Исчезновение вредных видов насекомых повлекло бы за собой резкое повышение (примерно на четверть) урожая злаковых и других сельскохозяйственных культур. Человек избавился бы от малярии и тропической лихорадки, сыпного тифа и чумы и многих других заболеваний, передаваемых насекомыми. Без паразитических и кровососущих насекомых возросла бы продуктивность животноводства, а нам не досаждал бы мучительный «чнус».

Столь исключительная роль насекомых в природе определяется, во-первых, их необыкновенной численностью и биомассой; во-вторых, огромным видовым разнообразием — по числу видов (около миллиона!) они превосходят всех остальных животных и растения, вместе взятых; в-третьих, почти повсеместным распространением и способностью утилизировать чуть ли не любые органические вещества. По этим причинам насекомые вступают в тесный контакт с человеком, существенно образом влияя на его здоровье и хозяйственную деятельность. С давних пор насекомых рассматривали как важную составную часть и могучую силу природы, и уже не одну сотню лет продолжается их интенсивное изучение. Только в нашей стране созданы сотни научно-исследовательских лабораторий, занимающихся разработкой вопросов общей, сельскохозяйственной и медико-ветеринарной энтомологии. Во многих странах существуют общества, объединяющие ученых и любителей-энтомологов. В нашем Всесоюзном энтомологическом обществе, основанном как Русское энтомологическое общество еще в 1859 году, около 2000 членов. Оно имеет два периодических печатных органа, но их изданиями далеко не исчерпывается возрастающий поток энтомологических публикаций — статьи о насекомых подчас занимают половину объема многих других научных журналов.

Нередко, по традиции, энтомолога представляют эдаким чудаковатым ученым, самозабвенно гоняющимся за сачком за бабочками и жуками. Но такой гротескный образ не имел и не имеет ничего общего с истинным обликом серьезного исследователя насекомых. Насекомых не просто собирают, их изучают — и не только в природе, но и в лаборатории. В арсенале современного энтомолога сложные приборы, позволяющие объективно регистрировать активность насекомых и те жизненные процессы, которые протекают в их организме. С помощью радаров следят за стаями саранчи и других мигрирую-

щих насекомых. Привлекая сложный математический аппарат, моделируют динамику численности вредных видов. Используя электронный микроскоп, увеличивающий в сотни тысяч и миллионы раз, изучают строение тканей тела насекомых. Применяя тончайшие микроэлектроды — менее 1 мкм (толщина человеческого волоса 50 мкм и больше!), регистрируют электрические потенциалы возбужденной клетки и по ним судят о механизмах работы органов чувств.

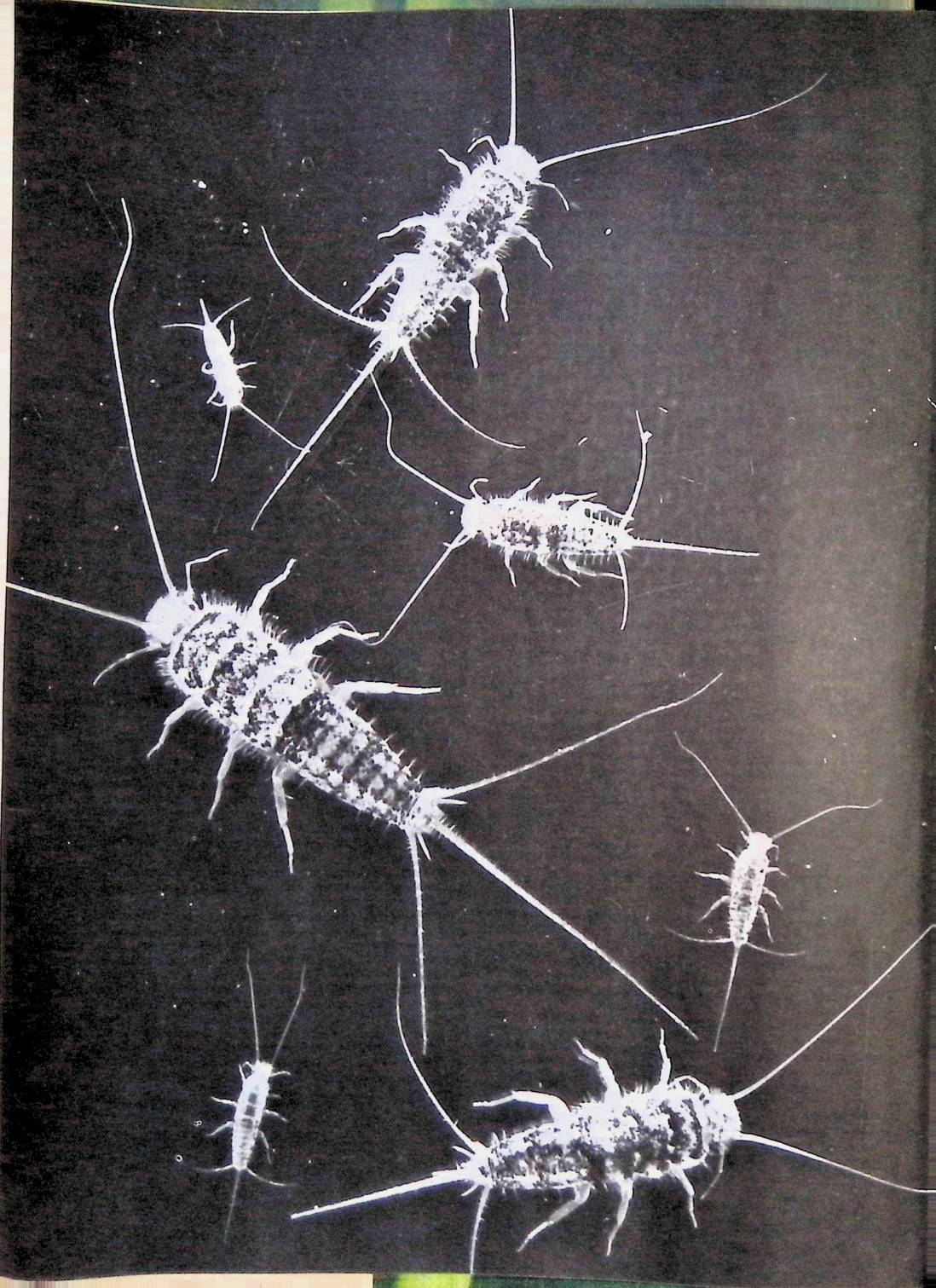
Несмотря на большие усилия, сконцентрированные на изучении насекомых, перед энтомологами еще много нерешенных проблем. Важнейшая из них — избирательная борьба с вредными видами, борьба, которая не приводит к тотальному уничтожению насекомых и загрязнению среды, как в случае широкого применения обычных инсектицидов. Одни из возможных путей решения этой проблемы — завод извне, культивирование в лаборатории или, как крайняя мера, содействие массовому размножению в природе естественных врагов вредителя (возбудителей болезней, паразитов, хищников). С успехом реализован и другой вариант биологической борьбы — массовый выпуск в природу выращенных в лаборатории стерильных самцов. Самки, с которыми спаривались стерильные самцы, не оставляют потомства, что приводит к снижению численности вредителя, а при повторных выпусках самцов — к его полному искоренению. В последнее время большие надежды возлагают на применение особых веществ, так называемых аналогов ювенильного гормона, которые задерживают индивидуальное развитие вредителя, но почти безвредны для других живых существ.

Нельзя забывать, что уничтожению подлежат только отдельные виды насекомых; подавляющее их большинство необходимо охранять. Большая часть насекомых достойна защиты не только по причине их исключительно важной роли в экономике природы, но и просто потому, что они радуют глаз своим присутствием, будучи подлинным украшением лесов, полей и парков. Грустно сознавать, к примеру, что в Московской области почти исчезла крупная роскошная дневная бабочка аполлон, которой прежде могли любоваться даже в Сокольническом парке Москвы. Охрана насекомых — серьезная энтомологическая проблема, решение которой в отдельных случаях, видимо, требует специальных законодательных актов, как это уже сделано в некоторых европейских странах. Однако любые, даже самые строгие меры защиты не принесут успеха без широкой популяризации знаний о насекомых.

О затронутых нами и других вопросах, важных в научном или практическом отношении, читатель получит достаточно полное представление, прочитав эту книгу. В доступной и увлекательной форме она знакомит нас с удивительным миром насекомых, с неповторимым разнообразием их внешнего вида и форм существования. Читатель узнает об истории возникновения и эволюции насекомых, строении их тела и функций различных органов, индивидуальном развитии и приспособлении к условиям существования, образе жизни и поведении. Большое внимание привлекают великолепные фотографии, явно передающие облик этих шестиножных существ, иногда едва различимых невооруженным глазом.

Книга впервые вышла в 1962 году и с тех пор несколько раз переиздавалась. Ее автор — известный в США популяризатор биологических знаний, в прошлом секретарь Нью-Йоркского энтомологического общества. В сравнительно небольшом объеме ему удалось дать всестороннее описание насекомых и отразить современные направления их изучения. Не со всеми рассуждениями автора можно согласиться, особенно там, где речь идет об общественных насекомых, но приводимые им сведения всегда интересны. В отечественной популярной литературе нет более полного современного описания насекомых, поэтому предлагаемый перевод книги П. Фарба безусловно будет принят с симпатией многочисленными любителями природы. Его «Популярная экология», переведенная на русский язык в 1971 году, уже нашла признание у нашего читателя.

Г. А. Мазохин-Пориняков



Домовые чешуйницы бескрылы и в отличие от более высокоразвитых насекомых не проходят метаморфоза. Они родственны более распространенным сахарным чешуйницам и, как и те, живут в домах, держась около печей и труб.

1

Мир насекомых

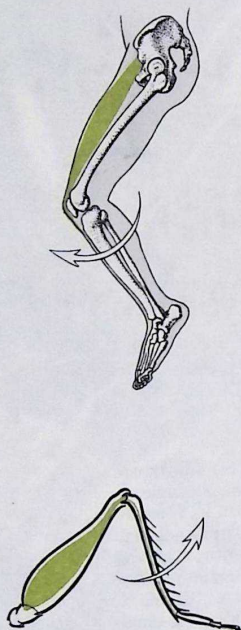
«Предположим, что какой-нибудь натуралист вдруг объявил бы об открытии животного, которое в течение первых пяти лет своей жизни существует в виде змеи; потом углубляется в землю и, соткав себе саван из тончайших шелковых нитей, сжимается в этом покрове в тело, лишенное рта и членов, похожее как нельзя более на египетскую мумию, и затем, пробыв в таком состоянии без пищи и движения в течение трех долгих лет, разрывает в конце этого периода свои шелковые пелены и из земли является на свет Божий в виде крылатой птицы. Предположим это и спросим — каковы были бы ощущения в народе, возбужденные таким необыкновенным известием? Каково было бы удивление после первых минут сомнения в справедливости показания!»*

Это не отрывок из средневекового bestiaria, повествующего о фантастических драконах и единорогах. Эти слова принадлежат двум классикам энтомологии прошлого века, Уильяму Кэрби и Уильяму Спенсу, и описывают этапы обычного превращения гусеницы в бабочку. Человека издавна восхищают не только бабочки, но и легионы других жужжащих, звенящих, скачущих насекомых. Мы живем с этими маленькими созданиями на одной планете, но многое в их жизни до сих пор остается для нас загадкой.

Насекомое поражает человека своим, казалось бы, очень разумным поведением, удивительным для такого крошечного существа. Насекомые занимают многими видами деятельности, свойственными человеку, причем отдельные работы они часто выполняют лучше человека. Среди насекомых есть земледельцы и пастухи, которые пасут и доят других насекомых, чтобы получить их сладкую жидкость; есть архитекторы, сооружающие жилые кварталы, столь сложно устроенные, что в них круглый год сохраняется ров-

* Кэрби и Спенс, Общая естественная история насекомых, содержащая в себе подробное описание вредных и полезных насекомых, их превращений, пищи, приемов, служащих для ее добывания, жилищ и пр., М., 1863, стр. 49.

НОГА ЧЕЛОВЕКА И НОГА НАСЕКОМОГО



Опорные структуры человека и насекомого принципиально различны. Человек, будучи большим и тяжелым, должен иметь прочные кости, окруженные мышцами и тканями. Насекомое мало, и самая прочная конструкция при его весе — трубчатая: ткани и мышцы находятся внутри нее. Но действуют мышцы так же, как у человека. На рисунке они показаны зеленым цветом. Мышцы, сокращаясь, двигают нижнюю часть ноги в направлении, указанном стрелкой.

ный микроклимат; есть плотники, изготовители бумаги, рабовладельцы, могильщики. Есть и такие насекомые — муравьи, термиты, некоторые пчелы и осы, — которые ведут чрезвычайно сложный общественный образ жизни.

Понаблюдайте полчаса за обыкновенной одиноким осой. Она никогда не видела своих родителей и не приглядывалась к поведению других ос, которые могли бы обучить ее. И все же, став взрослой, она «знает», как найти определенное место, подходящее для гнезда, которое она строит точно так, как делали это бесчестные поколения представителей ее вида. Потом она отправляется на поиски жертвы — не любого насекомого, а именно той гусеницы или того паука, на которого охотились ее предки. На другую «дичь» оса даже не смотрит. Найдя подходящую жертву, оса, как опытный анатом, выбирает точку, в которую следует вонзить жало, чтобы не убить, а лишь парализовать жертву. Затем она возвращается в гнездо, безошибочно находит его, хотя нередко бывает удалена от него на много метров, и затаскивает в гнездо добычу. Только после этого оса откладывает одно-единственное яйцо, запечатывает и маскирует вход в гнездо, а затем улетает, чтобы найти место для нового гнезда и в той же последовательности повторить описанные операции. Позже из яйца выходит маленькая личинка, которая питается подготовленной для нее парализованной жертвой, растет и, наконец, превращается в такого же искусного охотника, как и ее мать.

Способность осы, не проходившей обучения у предыдущего поколения и не имевшей возможности подражать сородичам, выполнять для продолжения вида такую сложную последовательность действий кажется наблюдателю противоречащей всему человеческому опыту. И это действительно так, потому что насекомое живет в совершенно ином мире. «Что-то в насекомом, — писал Морис Метерлинк, — кажется чуждым обычаям, морали и психологии нашего мира, как будто оно пришло с какой-то другой планеты».

Строение и органы чувств этих созданий резко отличаются от строения и органов чувств человека и высших животных. Если у человека скелет внутренний, то насекомое носит его снаружи. «Уши» насекомых, тех, которые имеют слух, обычно находятся на ногах или на брюшке. Запахи насекомое воспринимает длинными усиками-антеннами. Не имея ни легких, ни гортани, оно все же способно издавать звуки. Многие насекомые, потирая теми или иными частями своего тела, производят звуки, причем у некоторых видов они могут быть такими громкими, что их слышно километра за полтора. Слюнные железы одних насекомых продуцируют шелк, других — яд. У высших животных почти всегда есть пара глаз, у насеко-

мых их может вообще не быть. У некоторых насекомых множество глаз (2 сложных глаза и 1—3 простых глазка), но в отличие от человеческих они не могут фокусироваться и видят не те цвета, которые видит глаз человека.

И все же эти различия не могут объяснить столь удивительных способностей одиночной осы. Ключ к объяснению надо искать в сложном строении ее нервной системы. Нельзя сказать, что насекомое «умнее» человека, просто его «разум» совершенно иной. В своем поведении человек во многом руководствуется приобретенным опытом; насекомое же почти никогда не нуждается в нем. Раздражения из внешней среды бомбардируют его, как бы включая автоматические реакции поведения, которые за неизменным лучшим термином часто называют инстинктом. Последовательность действий, выполняемая одиночной осой, — в значительной степени результат сложного взаимодействия раздражителей и врожденных рефлексов. Оса — пленница жесткой программы поведения; она абсолютно неспособна изменить порядок своих действий, пропустить одно из них или повторить его. Если наблюдатель из за осы экспериментатор вмешается, например удалит добычу из гнезда, оса тем не менее осуществит следующую операцию — отложит яйцо и запечатает его в пустой кладовой. Она, как впрочем почти все насекомые, за исключением очень немногих, совершенно неспособна «сообразить», что в гнездо нужно принести новый запас пищи.

Несмотря на такую негибкость, нервная система насекомых очень сложна и хорошо служит своим обладателям. Она развивалась на протяжении 300 с лишним миллионов лет и вместе с невероятным разнообразием морфологических адаптаций обеспечила крупный эволюционный успех этих животных. Сейчас известно около 800 000 видов насекомых, и ежегодно описывается по нескольку тысяч новых. Специалисты полагают, что среди еще не открытых видов животных, обитающих на нашей планете, около миллиона видов насекомых, а, по мнению одного ученого, это число достигает 10 миллионов. Но даже число уже известных видов почти вдвое превышает число всех других видов животных Земли, вместе взятых.

Насекомые всюду сопровождают человека — они живут в его доме, нападают на него, прокалывая его кожу, поедают его пищу и одежду, спорят с ним за урожай с полей или просто пляшущими пылинками кружатся над ним в летнем воздухе. На планете не много таких мест, где не было бы насекомых. Их находили даже в глубоких подземных пещерах, а недавно в ловушку, прикрепленную к самолету, летевшему на высоте 5700 метров, был пойман термит. Примерно 40 видов насекомых живет в суровой Антарктиде. Шмели,

жуки, дневные и ночные бабочки встречаются за Северным Полярным кругом, повсюду, где есть цветковые растения; комары и другие кровососущие насекомые проникли в полярные области вслед за теплокровными животными, предоставляющими им пищу. Насекомые обитают и в самых жарких пустынях, и в бурных реках, и даже на поверхности открытого океана, вдали от берегов. В Гималаях насекомых можно найти на высоте 6000 метров над уровнем моря, среди скал и вечного льда.

Насекомые обладают уникальной в своем роде устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Одни из них способны жить после замораживания до твердого состояния при температуре ниже -30°C ; другие населяют горячие источники, где температура достигает $+50^{\circ}\text{C}$; третьи способны выжить в самом глубоком вакууме, какой только может создать человек.

Личинки одного вида мух-береговушек живут в почти чистой соли; их родственники, псиллопы нефтяные, развиваются исключительно в лужах нефти (возле буровых вышек, в частности на юге Калифорнии). Долгоносик-каландрина часами может находиться в чистом углекислом газе; этот газ, безусловно ядовитый для человека и большинства животных, на долгоносика действует лишь как наркоз, и неактивное насекомое существует некоторое время на запасе кислорода в дыхательных трубках. Многие насекомые могут долгое время жить без воды за счет окисления запасов питательных веществ. В результате получается так называемая метаболическая вода; она образуется при сжигании в организме углеводов, которые распадаются на углекислый газ и воду; углекислый газ выводится из организма, а вода остается.

Разнообразие размеров у насекомых огромно, по-видимому, больше, чем в любой другой группе животных. Самые маленькие насекомые меньше некоторых одноклеточных простейших, самые крупные — больше таких млекопитающих, как мыши и землеройки. Мельчайшие в мире насекомые — наездники-яйцееды из семейства Мумацидае, — настолько малы, что их личинки развиваются в крошечных яйцах других насекомых. Одно из самых крупных современных насекомых — бабочка атлас из Индии. Размах ее крыльев около 25 сантиметров, почти как у черного дрозда*. В прежние геологические эпохи насекомые были еще крупнее: размах крыльев одного из ископаемых примитивных предков стрекозы около 75 сантиметров. Но насекомые-гиганты, как в прошлом, так и в настоящем, — явление исключительное. Большинство насекомых не превышает в длину одного сантиметра. Такие размеры позволяют им

* Размах крыльев южноамериканской совки *Thysania agrippina* достигает 30 сантиметров. — Прим. ред.

обитать в тех местах, где им не угрожает конкуренция со стороны более крупных животных.

Физическая сила, которой наделены насекомые, совершенно не соответствует их размерам. Муравей, например, может тащить камешек примерно в 50 раз тяжелее его самого. Помещая маленькие грузики на платформочку с колесами, прикрепленную к пчеле, ученые обнаружили, что пчела может везти поклажу в 300 раз тяжелее ее собственного веса. Обладая такой силой человек, он мог бы тащить три десятитонных грузовых прицепа! А если бы человек имел прыгучесть кузнечика, то мог бы прыгать в длину на расстояние, равное одной трети длины футбольного поля.

На самом же деле все эти «чудеса» не столь удивительны. Как нельзя сравнивать мир, воспринимаемый органами чувств насекомого, с тем миром, который воспринимаем мы, так нет оснований и для сравнения физической силы насекомого и человека. Во-первых, насекомые обладают поразительной мускулатурой. У человека менее 800 отдельных мышц, у кузнечиков их около 900, а у некоторых гусениц — до 4000 и более. Кроме того, мышцы насекомых крайне выносливы: плодую мушку можно заставить беспрерывно летать шесть с половиной часов, а пустынную саранчу — девять часов. Но основная причина «удивительной» силы насекомых — их маленькие размеры. С увеличением размеров животного сила его мышц возрастает лишь в квадратной пропорции к их поперечнику, в то время как вес увеличивается гораздо быстрее — пропорционально кубу линейных размеров тела. Человек всего в четыре-пять раз длиннее гигантского тропического палочника, длина которого достигает 38 сантиметров. Но вес человека в сотни тысяч раз превышает вес палочника. Если бы насекомые достигали размеров человека, они вряд ли были бы сильнее его.

Успех насекомых как группы обеспечен по меньшей мере шестью крупными «достижениями» в бесконечной борьбе за выживание: способностью

к полету, приспособляемостью, наличием наружного скелета, небольшими размерами, метаморфозом и специализированной системой размножения.

Самый замечательный дар природы, выделяющий насекомых из всех живых существ, кроме птиц и рукокрылых, — это способность к полету. Благодаря крыльям насекомые смогли распространиться по всей планете; если условия становились неблагоприятными, они просто поднимались в воздух и улетали на поиски другого места. Полет дал насекомым большие преимущества перед животными, прикованными к земле. Они получили возможность активно искать брачных партнеров, шире вести поиски пищи и успешно ускользать от врагов.

Ни одна другая группа животных не может соперничать с насекомыми в приспособлении к крайне разнообразным условиям жизни. В качестве примера удивительной приспособляемости насекомых достаточно перечислить съедобные для них предметы. Поедая любой вид высших растений, насекомые не пренебрегают маляриными кистями, винными пробками, мумиями, музейными чучелами, табаком, перцем, опиумом и другими неаппетитными или несъедобными, на наш взгляд, вещами. Их ротовые органы столь же разнообразны, как и вкусы. Несколько пар членистых ног у примитивных насекомых, расположенные около рта, в ходе эволюции превратились в гибкую «соломинку для коктейлей» у бабочки, колющие и сосущие инструменты у комара, клещи у жука, «шприц для инъекций» у тли, складные щипчики у личинки стрекозы.

Свой скелет, имеющий форму цилиндра — самая прочная конструкция, какую можно создать из ограниченного количества материала, — насекомые носят снаружи. Этот скелет, образованный затвердевшими выделениями собственно кожи животного, представляет собой замечательную защитную броню. Его основной компонент — хитин, вещество гибкое, легкое, плотное и очень

ПРЫГУНЫ-ЧЕМПИОНЫ

Насекомые — лучшие прыгуны во всем животном царстве. Рекорд блохи — прыжок на 30 сантиметров в длину — может показаться скромным по человеческим масштабам. Но надо учесть, что это расстояние в 200 раз больше длины тела блохи и равноценно тому, как если бы человек среднего роста прыгал на 300 метров. На рисунке представлены хорошо известные насекомые-прыгуны и величина их прыжка.



устойчивое в химическом отношении. Участки, от которых гибкость не требуется, упрочнены сложным соединением — кутикулином, по составу несколько схожим с веществом, из которого построены ноги человека. Вдобавок весь скелет покрыт воскоподобным веществом, ограничивающим двустороннюю водопроницаемость, — оно не только препятствует проникновению воды внутрь, но и не позволяет телу насекомого терять влагу. Такая скелетная оболочка, претерпевая различные модификации, дает поразительное разнообразие частей тела: члестей, шипов, маскировочных выростов, кружевных крыльев и острых жал.

Малые размеры тела насекомых дают им большие преимущества в борьбе за жизнь. Их требования к внешней среде невелики. Крошка пищи, которую более крупное животное и не заметит, для насекомого — целое пиршество. Капля росы утоляет его жажду, а камешек создает тень в пустыне. Поэтому многие насекомые способны заниматься в окружающей среде крохотные ниши; там они находят и пищу, и убежище от врагов. Некоторые долгоносики, например, всю свою жизнь проводят внутри зерна; микроскопические листовые минеры (личинки мух, гусеницы молей и др.) населяют узкое пространство между верхней и нижней поверхностями листа.

Писатели-фантасты изображают иногда насекомых величиной с человека. Это, конечно, невозможно. Строение тела насекомого весьма совершенно именно благодаря малым размерам. Одно из явных ограничений — прочность скелета, поскольку прочность полого цилиндра резко падает с увеличением его диаметра. Не менее важно, что при этом снижается снабжение тела насекомым кислородом. Дело в том, что насекомое дышит с помощью микроскопических воздушных трубочек, несущих кислород всем частям тела. Воздух поступает по трубочкам за счет диффузии отдельных молекул газа, которая возможна только на малых расстояниях. Вот почему лишь у очень немногих насекомых толщина тела превышает два сантиметра. Если бы толщина тела была значительно больше, насекомое страдало бы от кислородного голодания и было бы слишком вялым, нежизнеспособным. Почти все необычно крупные насекомые относятся к тропическим видам — возможно потому, что при высокой температуре газ диффундирует быстрее, чем при низкой.

Кроме того, большинство насекомых успешно использует в борьбе за существование особый жизненный цикл, называемый полным метаморфозом. Это многократное превращение, ведущее, например, от гусеницы через куколку к бабочке, или от личинки к жуку, или от личинки к взрослой мухе. При таком жизненном цикле неполовозрелое насекомое может использовать один источник пищи, а окрыленная взрослая форма — совершенно иной. Если у человека развитие до зрелого состояния занимает около пятой части общей продолжительности жизни, то типичное насекомое проводит в виде незаметной личинки большую часть своей жизни, развивая за это время множество приспособлений, позволяющих справляться с жизненными трудностями. Например, один из жуков-дровосеков — домовый усач — скрыто проводит 5—7 лет в виде личинки, питаясь деревянными частями дома, пока не выйдет в виде окрыленного взрослого жука в полный опасностей воздушный мир. Древесина, которой питается личинка, бедна крахмалом, поэтому личинке приходится столь долго накапливать необходимые для роста и окуливания питательные вещества. Жизнь некоторых насекомых, например бледно-зеленой бабочки сатурнии луна, в виде окрыленной взрослой формы коротка и они в это время даже не питаются.

Наконец, окрыленные взрослые формы способны после спаривания задерживать оплодотворение яиц, пока не найдут подходящих кормовых растений и условий среды для потомства. В половой системе самки есть маленький мешочек, называемый сперматекой. При спаривании сперматозоиды самца попадают в этот мешочек и оплодотворения яиц не происходит. Когда условия среды становятся благоприятными для развития потомства, насекомое выпускает из мешочка сперму и происходит оплодотворение и откладка яиц. В сперматеке пчелиной матки, например, после брачного полета содержится до четырех миллионов сперматозоидов. Этого пчеле хватает на всю жизнь.

Еще задолго до того, как 300 миллионов лет назад насекомые впервые «вписали себя» в летопись живого на Земле, отдельные приспособления из числа перечисленных уже были свойственны некоторым животным. Такими чертами строения, как внешний скелет и членистые ноги, насекомые схожи с множеством других существ — мокрицами, крабами, омарами, раками-бокоплавами, пауками, клещами, скорпионами, губоногими и двупарноногими многоножками и некоторыми дру-



СКОРОСТИ НАСЕКОМЫХ

Скорость насекомого в полете можно измерить, определив, сколько времени уходит на его полет от одной до другой точки в безветренную погоду. Внизу приведены средние крейсерские скорости некоторых распространенных насекомых в нормальных условиях. В случае необходимости они могут лететь значительно быстрее.

Комнатная муха	8 км ч
Дневная бабочка	19,5 км ч
Шершень	21 км ч
Медоносная пчела	21 км ч
Слепень	40 км ч
Стрекоза	40 км ч
Бабочка-бразжник	40 км ч

39

гими. Все эти организмы вместе с насекомыми входят в один, довольно обширный тип беспозвоночных животных — тип членистоногих. Считается, что членистоногие произошли от древних морских животных, несколько сходных с современными дождевыми червями. У всех членистоногих, живут ли они на суше или в воде, тело разделено на сегменты, большая часть которых снабжена парными членистыми придатками. Из этих придатков развились сложные, иглоподобные ротовые части, жвалы, плавательные конечности, антенны, клешни и ноги современных членистоногих.

Насекомые составляют отдельный класс членистоногих — Insecta. Тело насекомого, как правило, разделено на три части: голова, средний отдел (грудь) и задний отдел (брюшко). Голова несет ротовой аппарат и две антенны; к груди прикрепляются три пары ног (отсюда другое название класса — Hexapoda, шестиногие) и (у большинства насекомых) крылья. Как правило, ни один из многочисленных родственников насекомых не обладает сразу такой комбинацией признаков: три пары ног, три отдела тела, единственная пара антенн и крылья. У пауков четыре пары ног, антенн и крыльев нет, всего два отдела тела (голова и грудь объединены). У ракообразных, например у крабов и омаров, несколько пар ног, два отдела тела и две пары антенн. У других родственных насекомым животных червеобразные тела, состоящие из многочисленных сегментов. У двупарноногих многоножек, которых иногда называют тысячножками, на каждом сегменте две пары ног. На самом деле ни одна тысячножка не имеет тысячи ног — их число колеблется от одного до нескольких десятков пар. У губоногих многоножек, или «стоножек», на каждом сегменте по одной паре ног; иногда их общее число доходит до 200, но чаще всего их меньше сотни. Передняя пара ног превращена в когтевидные клешни, при помощи которых животное впрыскивает яд в тело жертвы.

Окаменелостей, по которым можно было бы судить о том, как выглядели примитивные предковые насекомые, пока не найдено, но нет сомнений, что это очень древняя группа животных. Во всяком случае, и 250 миллионов лет назад насекомых на Земле было не меньше, чем сейчас. 400 миллионов лет назад на суше уже жили различные членистоногие, способные дышать воздухом, например скорпионы и тысячножки. В отложениях того времени не найдено окаменелых остатков настоящих насекомых, но в породах, возникавших начиная с позднего каменноугольного периода (примерно 300 миллионов лет назад), встречаются окаменелости разнообразных насекомых с хорошо развитыми крыльями. Такие сложные организмы не могли возникнуть внезапно, их эволюция долж-

на была начаться на десятки миллионов лет раньше. Но пока не найдены окаменелости их предков, о древней истории насекомых можно только строить предположения.

Облик первых насекомых можно представить себе по ныне существующим примитивным бескрылым насекомым. Это щетинохвостки и, в частности, чешуйницы, произошедшие, по-видимому, от членистоногих с большим количеством сегментов и парой коротких ножек на каждом сегменте. Со временем эти существа, по-видимому, утратили ходильные конечности, кроме тех, что прикреплялись к трем сегментам, следующим непосредственно за головой (из этих ног затем развились ноги насекомых), и самых задних ног, которые превратились в органы размножения и органы осязания. На первый взгляд такая утрата придатков тела кажется незначительным или даже вредным эволюционным изменением. На самом же деле три сегмента тела, на которых сохранились ноги, превратились в своеобразный специализированный двигательный центр, освободивший другие отделы тела от необходимости вмещать мышцы ног, что позволило насекомым развить другие важные приспособления.

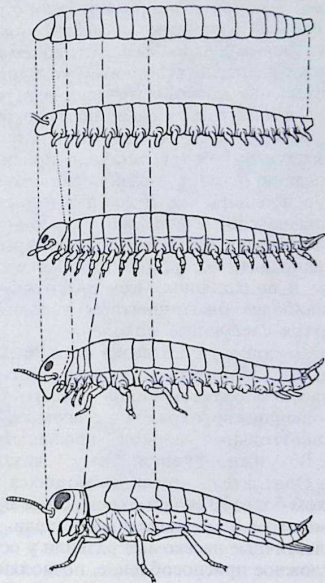
Следующим большим шагом вперед в развитии насекомых было приобретение крыльев. Когда примерно 350 миллионов лет назад первые земноводные покинули воду и вышли на сушу, насекомые и другие членистоногие, уже обособившиеся там, видимо, послужили тем источником пищи, который помог земноводным выжить в новой, чуждой среде. Не ясно, какое событие в эволюции вынудило насекомых приобрести крылья. Во всяком случае, летающим животным легче было ускользнуть как от недавно появившихся земноводных, так и от старых врагов — пауков и скорпионов. Насекомые освоили полет еще за 50 миллионов лет до того, как в воздух поднялись первые позвоночные — летающие ящеры и птицы. Все это долгое время насекомые были единственными обитателями воздушной среды.

Видимо, крылья насекомых развились из маленьких складок на верхней части несущего ноги двигательного центра — груди. Даже современные насекомые, выходя из яйца, крыльев не имеют. Внешний скелет насекомого не способен растягиваться, поэтому растущее животное вынуждено время от времени сбрасывать старый скелет и заменять его новым, более просторным. Примитивные бескрылые создания, например чешуйницы, растут и линяют всю жизнь, но крылатые насекомые, за исключением одних лишь поденок, перестают линять после того, как приобретут крылья.

Кроме приобретения крыльев, многие насекомые добились еще одного крупного успеха: в своем развитии они стали претерпевать полный мета-

ИЗ ЧЕРВЯ — НАСЕКОМОЕ

На рисунке показано, каким образом из сегментированного червя могло развиться насекомое. Первые пять сегментов постепенно слились и специализировались, образовав голову, следующие три объединились в двигательный отдел, а остальные — в брюшко.



морфоз, отчего их жизнь разделилась на два активных периода, каждый со своей особой специализацией. Неполовозрелое насекомое, у которого нет крыльев и органов размножения, резко отличается от своих родителей: гусеница совсем не похожа на бабочку. У многих неполовозрелых насекомых нет обычного подразделения тела на голову, грудь и брюшко, некоторые обходятся без ног, а у других, напротив, развиваются добавочные ноги, поддерживающие червеобразное брюшко. На этой стадии насекомые становятся просто активными потребителями пищи: например, гусеница сатурнии полифема за первые 24 дня жизни съедает в 86 000 раз больше пищи, чем весит сама при вылуплении из яйца.

Такие неполовозрелые формы могут с успехом специализироваться на различных видах пищи и приспосабливаться к разнообразным условиям среды. Превращение происходит через определенное время. У бабочек, например, как и у всех других насекомых с полным метаморфозом, между неполовозрелым и взрослым состоянием есть промежуточное — стадия куколки. Эта стадия все упорядочивает; она позволяет гусенице перестроить свое тело и возвращает ей облик насекомого-родителя. Жевательный ротовой аппарат гусеницы превращается в хоботок бабочки, приспособленный к сосанию нектара; вновь появляются три отдела тела, три пары ног и две пары крыльев. Основное назначение взрослой бабочки — размножение. Используя для передвижения крылья, она может направить все усилия на поиски брачного партнера и подходящих мест для откладки яиц, где в наиболее благоприятных условиях будет развиваться следующее поколение.

Триста миллионов лет назад в джунглях, из которых позже образовались залежи каменного угля, роилось множество видов крылатых насекомых. Большинство отрядов насекомых, живших в каменноугольный период, впоследствии вымерло. Возможно, виной тому оказались их крылья. Обладатель нескладывающихся крыльев с размахом более 70 сантиметров не мог притаиться под листом или в маленькой щели. Другие, более пластичные насекомые развили у основания крыла сложное приспособление, позволяющее им аккуратно складывать крылья на спине. Сейчас на Земле осталось сравнительно немного насекомых, не способных складывать крылья, — в основном это стрекозы.

Примерно 225 миллионов лет назад все эти важные приобретения уже были достигнуты и уже сложились (или хотя бы существовали в прототипе) почти все столь многочисленные современные отряды насекомых. К тому времени, когда началась

эра пресмыкающихся, на планете уже летало, ползало и прыгало множество разнообразных насекомых, существующих и по сей день, — кузнечиков, сверчков, поденок, стрекоз, тараканов, цикад, цикадок, жуков... Не было лишь нескольких важных групп. Только с развитием цветковых растений, около 130 миллионов лет назад, появились пчелы, высшие двукрылые, бабочки и осы, специализировавшиеся на их опылении. К концу эры пресмыкающихся цветковые растения быстро распространились по Земле, а с ними широко расселились и дали великое множество форм и эти новые группы насекомых.

Итак, уже по крайней мере 300 миллионов лет насекомые демонстрируют неистощимую приспособляемость. С появлением на суше земноводных насекомые поднялись в воздух. Особая форма жизненного цикла — полный метаморфоз — позволила им освоить новые местообитания и источники пищи. У опылителей цветов, как, например, у медоносных пчел, развились тонкие приспособления к питанию пыльцой и нектаром цветковых растений, сформировалось сложное социальное поведение. Насекомые приобрели множество причудливых форм, позволяющих им укрываться от врагов или помогающих находить жертву: среди них появились летающие «цветы», бегающие «сучки», ползающие по ветвям «шипы».

С талкиваясь с превратностями жизни, насекомые проявили такую способность к приспособлению, что сейчас они — единственные существа, оспаривающие у человека право господства над планетой. Энтомолог У. Холлэнд в своем классическом труде «Книга о ночных бабочках» писал, что они переживут человека: «Когда луна навсегда померкнет, а полуденное солнце будет еле светиться темно-красным светом, когда все моря замерзнут, а полярные шапки, расплываясь, сомкнутся на экваторе..., когда давно опустевшие города рассыпятся в пыль и всякая жизнь на планете будет уже близка к угасанию, на пятне лишайника, растущего на голых скалах у нетающих снегов Панамы, под лучами состарившегося солнца будет сидеть, чистя свои усики, крошечное насекомое — печальная букашка, последний остаток животной жизни на нашей Земле». Возможно, так оно когда-нибудь и будет, если предположить, что Земля погибнет от постепенного угасания Солнца. Но насекомые не могут вызвать нас на открытый бой. Эти животные, столь щедро одаренные всем необходимым, чтобы править в своем собственном мире, не обладают ни умственными, ни физическими возможностями для того, чтобы свергнуть человека с его трона.



У живого предка насекомых, тропического перипата, к червеобразному телу прикреплены типичные для насекомого ноги с коготками.

РАСЦВЕТ НАСЕКОМЫХ

В эволюции живого есть свои важные вехи. Одна из них относится к периоду свыше 300 миллионов лет назад, когда из древних организмов с червеобразным телом возникли насекомые со своим особым планом строения. Их численность необычайно быстро возрастала и продолжает возрастать и поныне. Первые насекомые, размножившись, дали начало огромному числу новых видов. Уже известно более 800 000 видов; около трех четвертей из них составляют четыре основные группы насекомых.



КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД, 320 МЛН. ЛЕТ НАЗАД

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД, 280 МЛН. ЛЕТ НАЗАД

Древнейшие насекомые

Первые отчетливые палеонтологические свидетельства эволюции насекомых относятся лишь к началу позднего каменноугольного периода — эпохе огромных лесов, превратившихся затем в залежи угля. Но насекомые, видимо, все же появились раньше. Среди ранних форм самая привычная нашему глазу — огромный стрекозоподобное создание с размахом крыльев до 75 сантиметров. Но существовали и формы, совершенно непохожие на современные, например *Stenodictya*, имевшая дополнительную пару рудиментарных крыльев на первом сегменте груди.

В пермский период распространились пресмыкающиеся (в центре на заднем плане — ящер *Edaphosaurus* с парусовидным гребнем на спине). Но пока эти неуклюжие существа господствовали на суше, воздухом безраздельно владели насеко-



ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД, 230 МЛН. ЛЕТ НАЗАД

ЮРСКИЙ ПЕРИОД, 181 МЛН. ЛЕТ НАЗАД

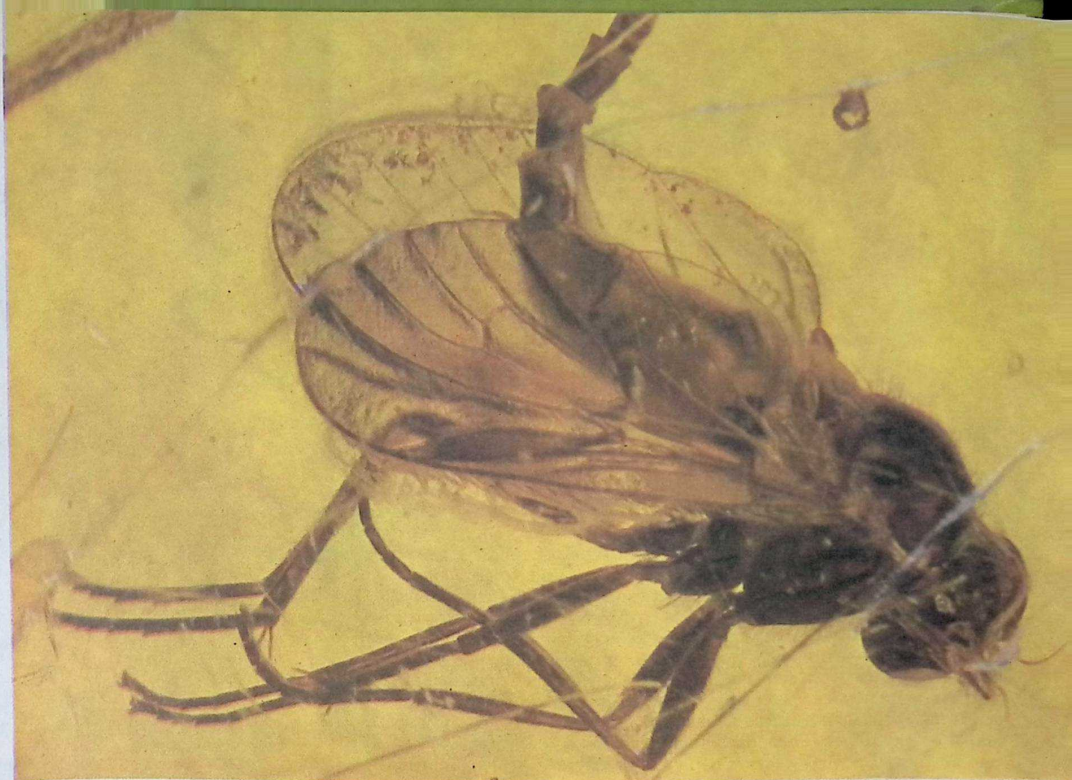
мые — еще не было ни птиц, ни крылатых пресмыкающихся, ни млекопитающих. К пермским видам относится кузнечик *Oedischia* с тонкими усиками и мощными прыгательными задними ногами. В воздухе над ним изображен предок современных веснянок, а внизу справа — древняя поденка. Как и их современные родичи, оба животных, очевидно, проходили свое личиночное развитие в воде. Справа от веснянки, с крыльями разной величины, — *Prototelytron*, нечто среднее между тараканом и уховерткой.

Почти все существовавшие в триасе отряды насекомых (кроме одного) живут и сегодня. Примеров подобной стойкости среди высших животных нет. На переднем плане слева личица заглатывает крупное насекомое, вероятно предка сверчков. Этот вид имел крыло размером до 15 сантиметров; оно было

снабжено акустическим устройством, звуковые сигналы которого разносились на чрезвычайно далекие расстояния (до полутора километров). Внизу, слева от личицы, — примитивная форма пилильщика; справа по камню ползет древняя чешуйница.

В юрский период на суше все еще господствовали динозавры (здесь показан *Allosaurus*), а в воздухе — летающие личеры *Rhamphorhynchus*. Прорывали и насекомые, а с появлением первых цветковых растений (внизу справа — магнолия) в конце юрского — начале мелового периода они обрели прекрасный источник пищи — нектар и пыльцу. Среди найденных окаменелостей этого периода преобладают формы, живущие и сейчас: стрекозы (вверху), ручейник (на пеньке), уховертка (на листе), тля (на цветке магнолии).



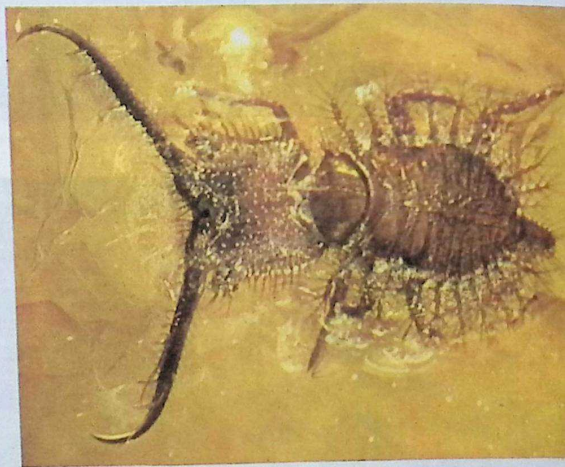


Муха в балтийском янтаре сохранилась полностью, вплоть до мельчайших волосков на теле. Найдены целыми и невредимыми паучьи сети.

Сохранились в драгоценностях

Ранние насекомые, внешний вид которых воссоздан на страницах 16—17, известны в основном по нечетким отпечаткам в древних породах. Многие более поздние насекомые, существовавшие около 45 миллионов лет назад, найдены полностью сохранившимися в крошечных саркофагах, похожих на драгоценные камни, — в кусках янтара. В позднем эоцене большая часть северной Европы была покрыта обширными лесами, состоявшими из деревьев, близких к современной сосне. Из трещин и ран стволов сочилась смола, и пробегавшие по стволу насекомые, да и другие мелкие животные иногда попадали в эти вязкие выделения. Со временем смола затвердела, была занесена почвой, затем смыта водой в Балтийское море. И теперь на балтийских пляжах после шторма нередко находят куски древнего янтара с насекомыми внутри.

Попав в смолу, сочащуюся из сосны, муравей и муха могут стать окаменелостями, заключенными в капле янтара.



Окаменелый хищник с острыми челюстями — личинка, родственная современному муравьиному льву. Около четверти миллиона насекомых найдено сохранившимися в янтаре.



На жуке-долгоносике из Перу паразитирует колония микроскопических красноватых клещиков.



Жуки — самые многочисленные из насекомых

Показанные здесь восемь насекомых относятся к самому многочисленному и разнообразному отряду животных — к жесткокрылым, или жукам. Общее число видов жуков огромно — считают, что их 280 000. Для сравнения: всех вместе взятых позвоночных животных — рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих — менее 44 000 видов. Этот небывалый «успех» жуков объясняется по меньшей мере тремя их особенностями. Во-первых, в процессе развития жуки проходят полный метаморфоз — от личинки до крылатой формы. Эти стадии живут обычно в разных местах и питаются различной пищей. Преимущества такого способа развития ясны: Земля наверняка могла бы прокормить гораздо больше людей, если бы наши дети жили и питались в море. Во-вторых, передняя из двух пар крыльев жука утолщена и превращена в прочный щиток, прикрывающий насекомое со спины и образующий подобие футляра, в котором покоятся в сложенном виде перепончатые задние крылья. Отсюда научное название отряда жуков — Coleoptera (от греческих слов, означающих «ножны» и «крыло»). Наконец, жуки сохранили примитивное строение своих ротовых частей, приспособленное к пережевыванию имеющейся в изобилии твердой пищи. Ротовые аппараты многих других насекомых годятся только для сосания растительных соков и нектара, запасы которых невелики и не всегда доступны.



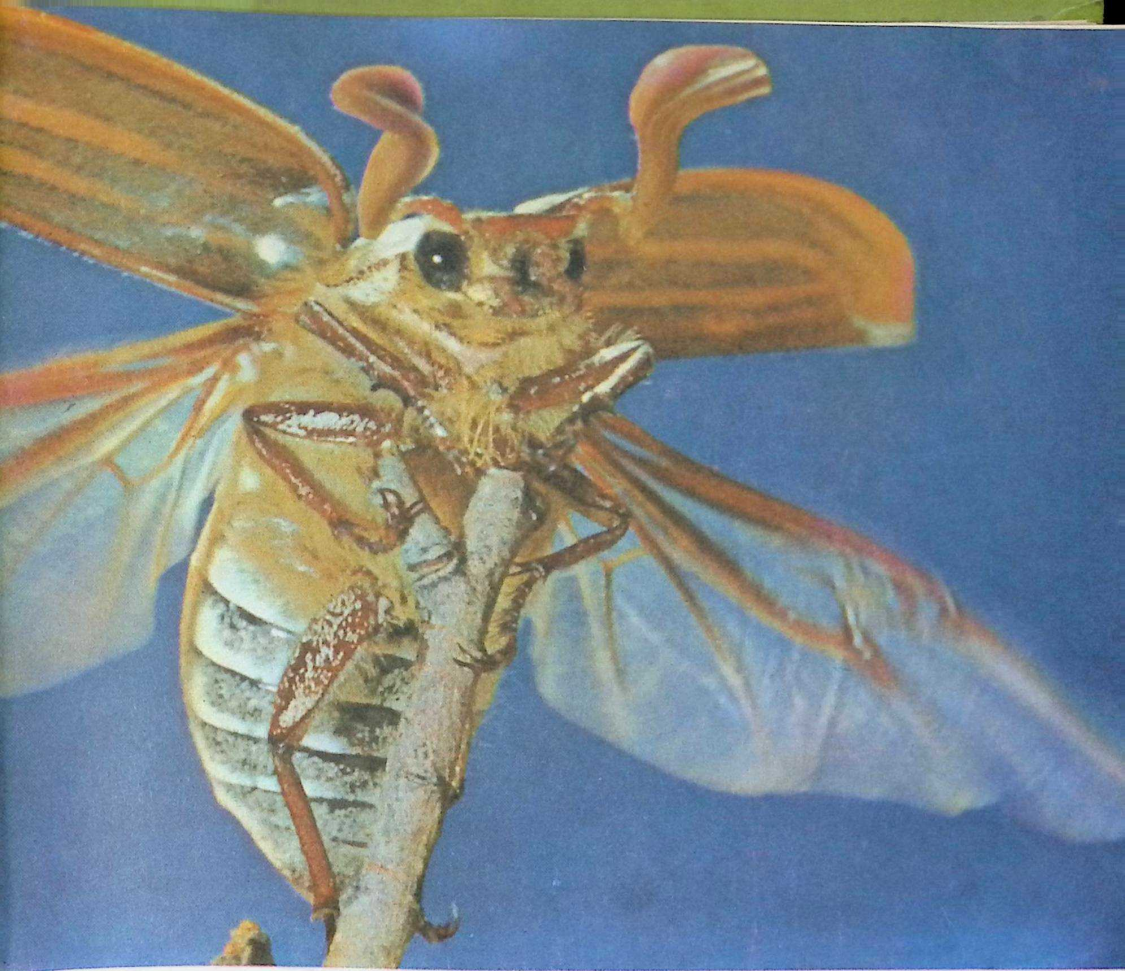
БОЖЬЯ КОРОВКА



ЖУК-ЩИТОНΟΣКА



ЖУК-СВЕТЛЯК ИЗ ПЕРУ



Хрущ садится на сучок. В полете его жесткие медного цвета надкрылья подняты и не мешают движением перепончатых крыльев.



ЖУК-ОПЕНЬ



ЖУК-ДРОВΟΣЕК



ЖУК-ДОЛГОНОСИК





СОВКА-ЧЕПЛОЧНИЦА ОБЫКНОВЕННАЯ



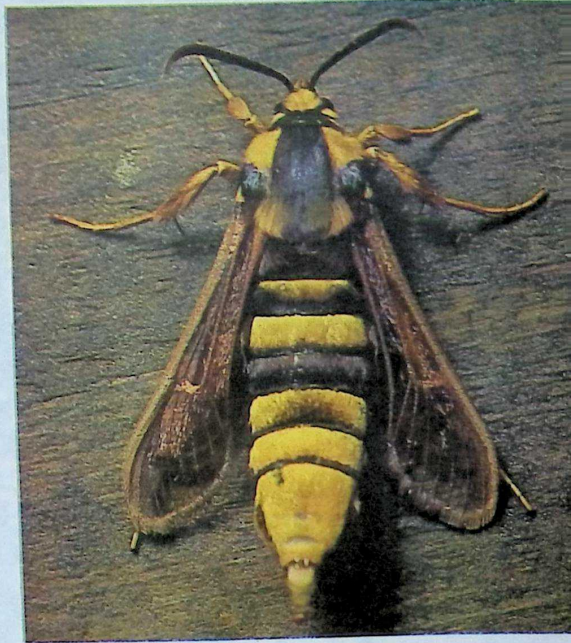
САМКА-СТУРНИЙ ИО

Дневные и ночные бабочки

Яркие дневные и ночные бабочки насчитывают свыше 140 000 видов, уступая по численности только жукам. Научное название отряда — *Lepidoptera* — означает «чешуекрылые»; и действительно, крылья и тело большинства взрослых форм покрыты мельчайшими, напоминающими черепицу чешуйками. По своим размерам бабочки различаются гораздо больше, чем какая-либо другая группа насекомых. Так, южноамериканская совка агриппина имеет крылья размахом около 30 сантиметров, а бабочка из примитивного семейства зубатых молей — чуть больше полу-сантиметра. Есть и более мелкие виды.

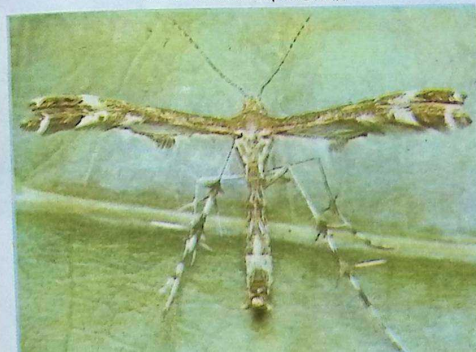
Четких признаков, позволяющих надежно различать дневных и ночных бабочек, нет. Но, как правило, гусеницы ночных бабочек перед окукливанием сплетают кокон, тогда как гусеницы дневных бабочек этого не делают. Отдыхая, ночные бабочки обычно складывают крылья «домиком», а дневные — вертикально над брюшком. Ночные бабочки чаще не так ярко окрашены, у них толще тело, летают они главным образом в сумерки и ночью, а дневные бабочки ярко окрашены и активны днем.

Садясь на цветок поповника, европейская бабочка-голубянка находит нектар вкусовыми рецепторами на лапках. Гусеницы некоторых родственных этой бабочки живут в гнездах муравьев.



БОЛЬШАЯ ТОПОЛЕВАЯ СТЕКЛЯННИЦА

БАБОЧКА-ПАЛЬЦЕКРЫЛКА



БАБОЧКА ИЗ СЕМЕЙСТВА ЗУБАТЫХ МОЛЕЙ



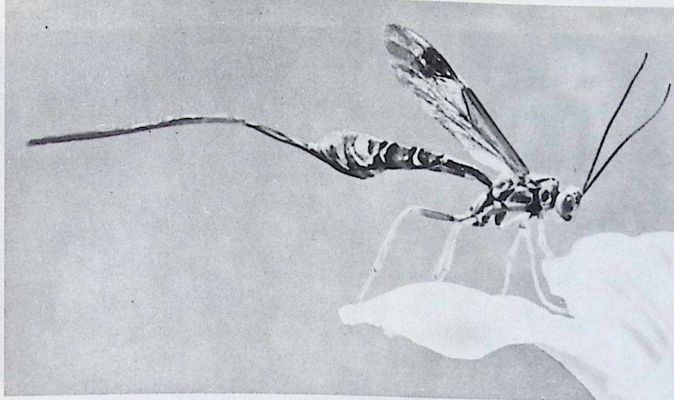


Одинокая пчела, запорошенная пылью, добывает нектар из цветков золотой розы. Подавляющее большинство пчел в отличие от обычной медоносной пчелы не общественные насекомые. Они живут одиночно или простейшими сообществами.

Самки часто пользуются общей норкой в земле, но каждая строит вбок от этого главного туннеля свою собственную маленькую яйцевую камеру, приносит туда пищу и запечатывает ее.



Роющая оса волочит добычу к своей норке. Она обезвредила гусеницу, апрыснувяд в ее нервные центры. Затащив парализованное, но живое насекомое в гнездо, оса отложит на него яйцо, а затем закроет вход в норку землей, утапмбовав ее камешком. Личинка осы будет жить за счет этого наследства.

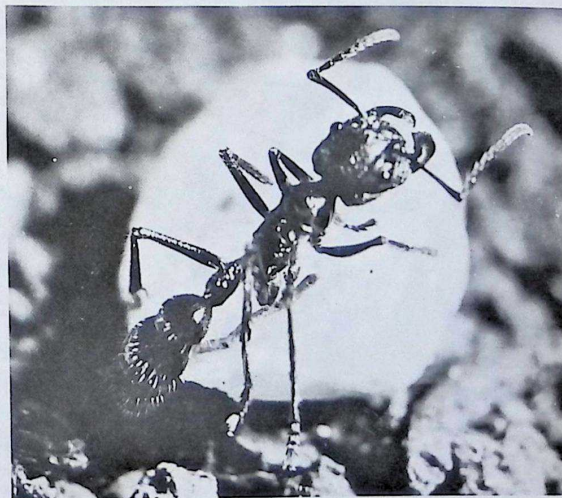


Смертоносный наездник-ихневмон для своей личинки подыскивает живой инкубатор. Найдя подходящее насекомое, наездник откладывает яйцо глубоко в его тело, пользуясь когтевидным яйцекладом на конце брюшка. Вышедшая из яйца личинка всрывается в тело хозяина. Она ест и ест его, пока не покончит со всеми внутренними органами, а после этого окукливается в его пустой шкурке.

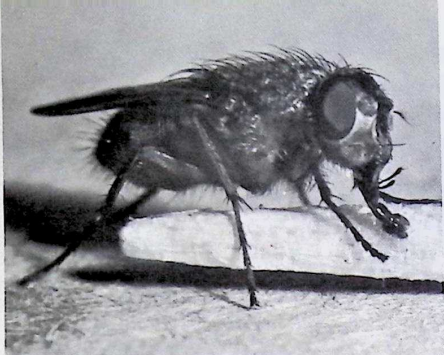
Осы, пчелы и муравьи

Третий по величине отряд насекомых — Нумероптерга, или перепончатокрылые. К нему относятся осы, пчелы, муравьи и многие другие насекомые. Их более 115 000 видов, этих жужжащих и роющих насекомых — от арктического шмеля с северного побережья Гренландии до пустынного муравья-жнеца Центральной Сахары. К счастью для человечества, это самые полезные насекомые. Они опыляют сельскохозяйственные культуры, больше, чем дождевые черви, способствуют почвообразованию и даже непосредственно поставляют нам пищу — мед. Но что еще важнее — многие перепончатокрылые охотятся на других насекомых. Их аппетит — самый важный из естественных факторов, не позволяющих шестиногому населению Земли чрезмерно увеличиваться.

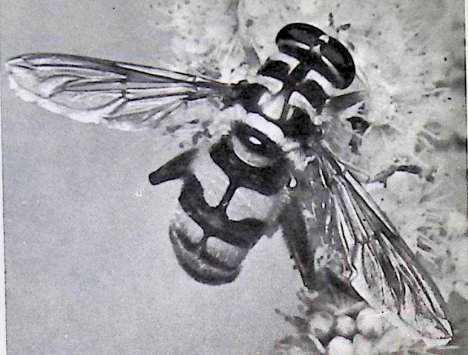
Среди внешних признаков, которые отличают членов этого отряда от других групп насекомых, — знаменитая «осиная талия», сужение одного из сегментов брюшка. У большинства насекомых этого отряда две пары тонких, прозрачных крыльев, откуда и происходит его название «перепончатокрылые».



Гигантский муравей-бульдог из Панамы с силой, удивительной для его роста (длина — около 2,5 сантиметра), тащит кусочек плода. Он охотно пожират и мясо, разрывая добычу на куски, чтобы кормить личинок.



Назойливая муха — важнейший переносчик болезней человека. В ее кишечнике может находиться до 33 миллионов микроорганизмов, а на теле и ногах еще 500 миллионов.



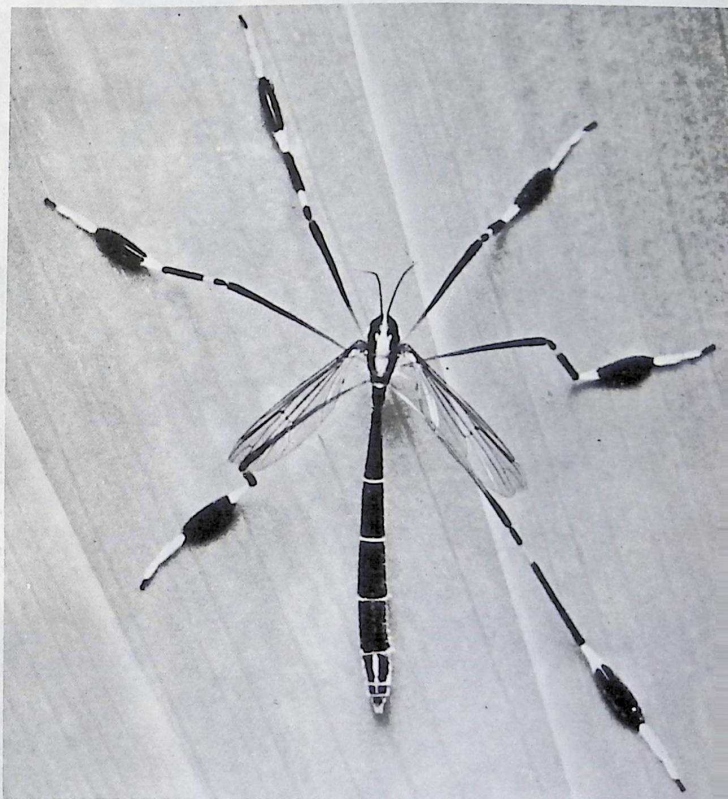
Безобидная муха-журчалка питается в основном нектаром. Раскраской она похожа на шершня, хотя жала у нее нет. Микррия — эффективное средство защиты от хищников.



Мухи и комары

Среди 87 000 видов отряда Diptera — четвертого по величине отряда насекомых, включающего мух и комаров, — много заклятых врагов человека. У большинства членов этого отряда всего одна пара крыльев, что и определило название Diptera, или «двукрылые». Ротовые органы некоторых из них видоизменены в трубку, которой ее обладатель прокалывает кожу своей жертвы и сосет кровь. Потеря крови при этом незначительна, но со слюной насекомого в организм хозяина могут проникнуть вирусы и другие возбудители болезней. Так передаются малярия, сонная болезнь, филяриатозы, желтая лихорадка.

Хотя короткий хоботок комнатной мухи не прокалывает кожу человека, она не менее опасна для нас. Муха, возможно только что посетившая выгребную яму, присаживается на нашу пищу и отрыгивает капельку своего недавнего обеда. Большую часть капли она всасывает затем обратно, но и в оставленном мухой пятнышке кишат миллионы бактерий, в том числе возбудители брюшного тифа, туберкулеза и других инфекционных болезней (более 30).

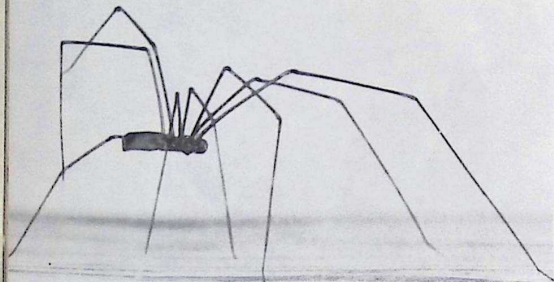


На тонких ногах комара-долгоножки *Bittacomorpha*, обитателя болот и сырых лесов, есть плоскости, которые он расправляет, как паруса. Это помогает насекомому маневрировать в полете.

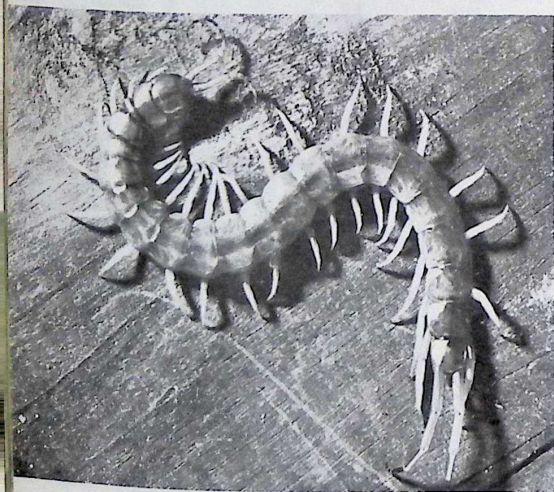
Малярийный комар, смертоносный *Anopheles quadrimaculatus*, прокалывая человеческую кожу, впрыскивает анестезирующее вещество, которое приглушает боль. Слюна, остающаяся в ранке, вызывает воспаление и зуд.

Это не насекомые

В глазах несведущего человека любое маленькое, копошащееся, ползущее существо — насекомое. На самом же деле многие мелкие создания — клещи, пауки, многоножки и им подобные — члены иных, совершенно непохожих на насекомых классов животного мира. Чаше других жертвами неверного определения, пожалуй, становятся пауки. Это очень распространенные представители другого класса членистоногих — Arachnida, или паукообразных. Хотя на первый взгляд их вроде бы и не отличить от насекомых, достаточно приглядеться, чтобы обнаружить, что у пауков восемь ног, антенн нет, простые маленькие глазки и слитые вместе голова и грудь.



Сенокосец — членистоногое, чья голова, грудь и брюшко слились в пулевидное компактное тело. Он безвреден, но, если его резко схватить, испускает неприятный запах.



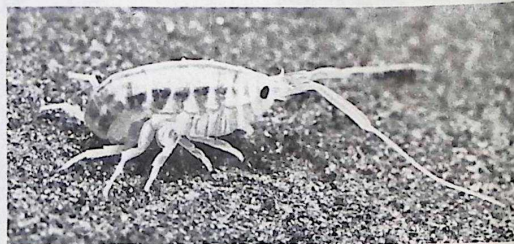
На каждом сегменте тела сколопендры, или сороконожки, по паре ног. Многие сколопендры ядовиты. Тысяченожки, отдаленные родственники сколопендр, имеют на каждом членике по четыре ноги и безвредны.



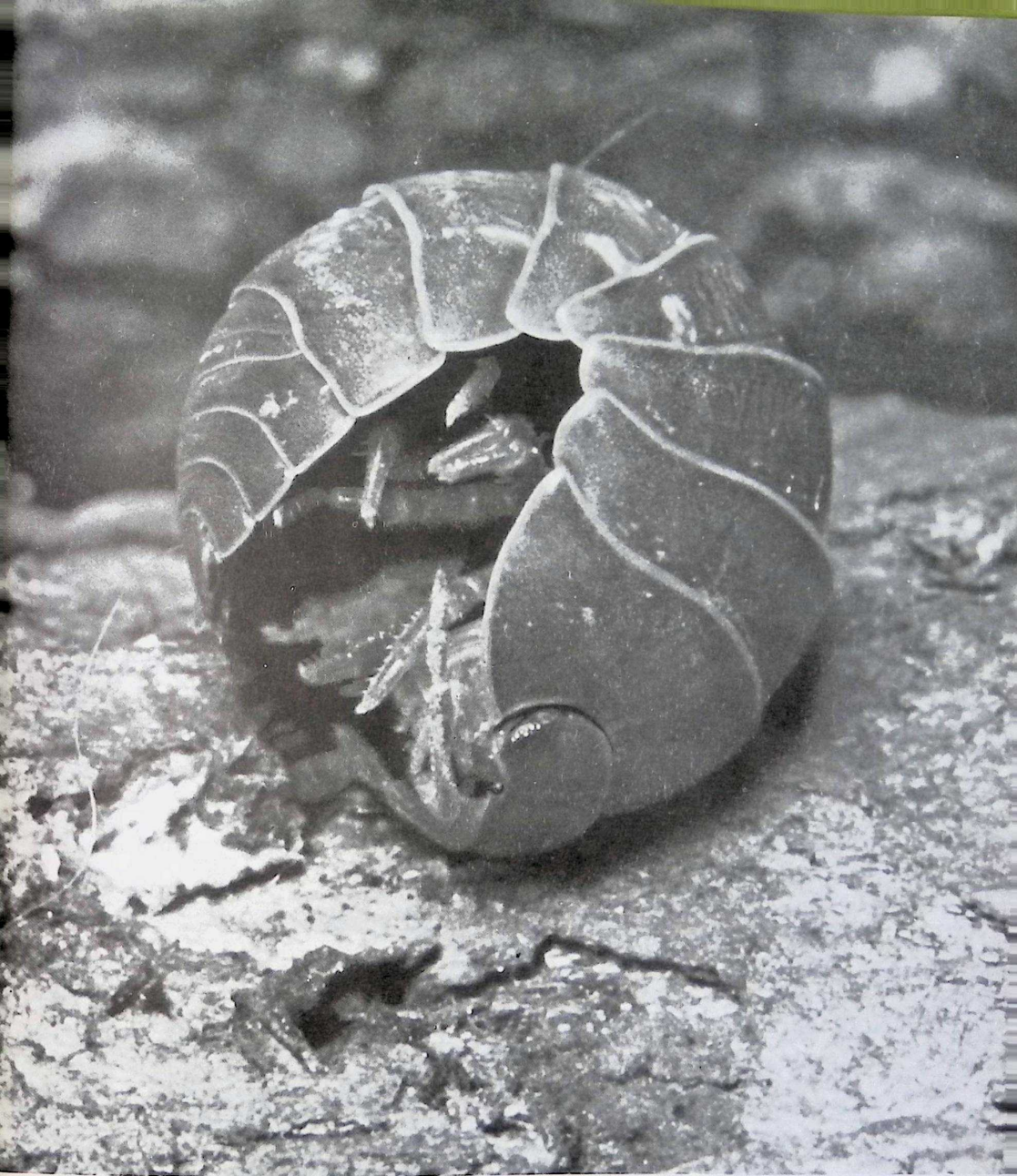
Скорпион с юго-запада США. Укол жала, расположенного на конце изогнутого «хвоста» этого ядовитого членистоногого, может причинить боль, но не смертелен.



Безобидный паук *Stemza* роет норки в сухой почве на юго-западе США и в западной Флориде. Норка, выложенная изнутри паутиной, замаскирована крышечкой, сделанной из паутины и песка.

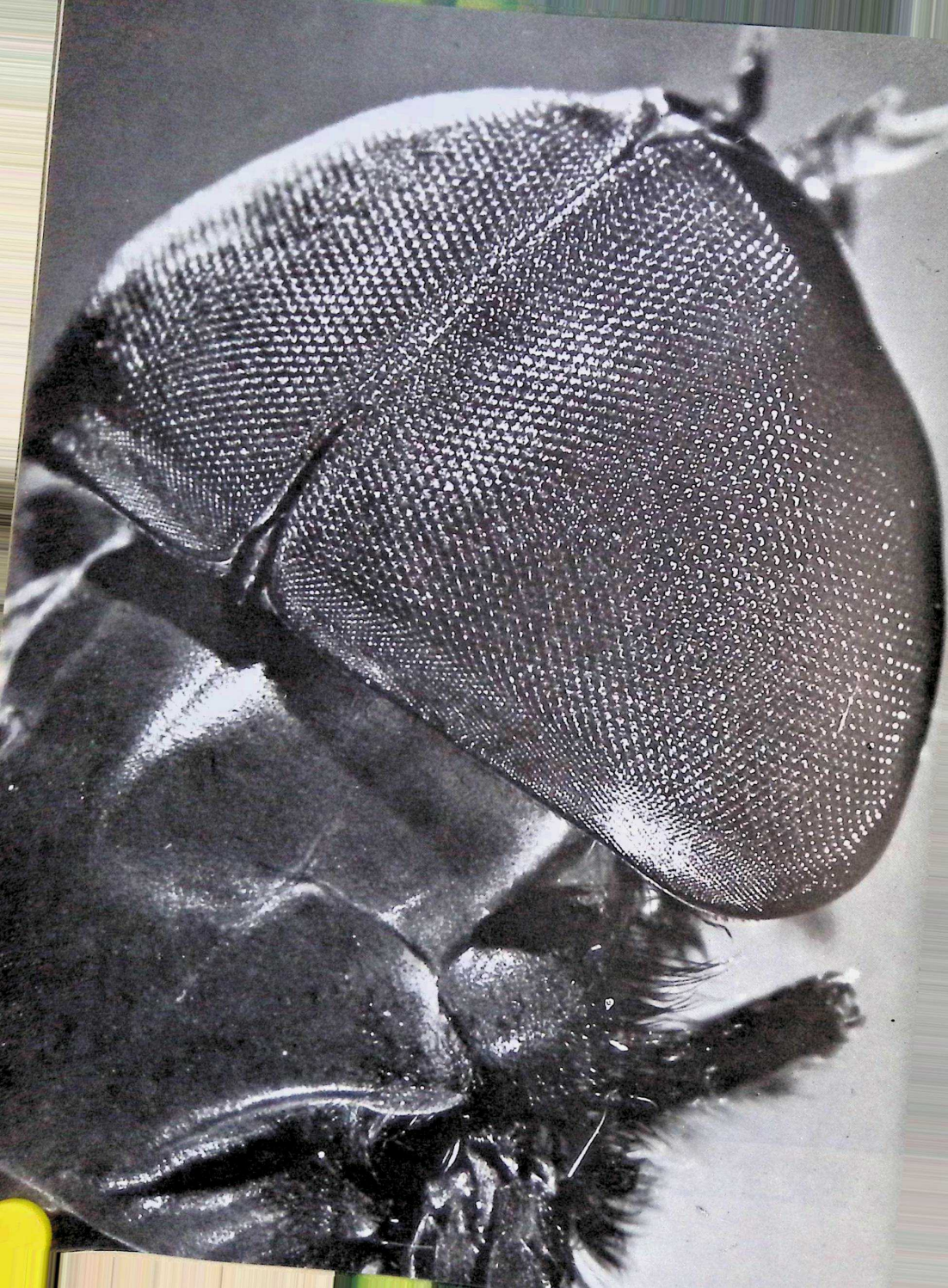


Морская блоха — ракообразное, в изобилии встречающееся на пляжах всего мира. Последние три пары ног короткие и упруги, с их помощью животное огромными прыжками ускользает от врагов.



Мокрица — сухопутный родственник морской блохи. Обычно они живут во влажных, темных местах, под камнями и бревнами, где питаются гниющей древесиной и листьями. В случае

опасности мокрица сворачивается в плотный шарик, и перед хищником — неаппетитный комочек из сцепленных пластинок скелета.



Глаза слепня состоят из тысяч мельчайших отдельных глазков. Подобный сложный орган зрения, кроме насекомых, есть еще только у многоножек, ракообразных и некоторых примитивных членистоногих.

2

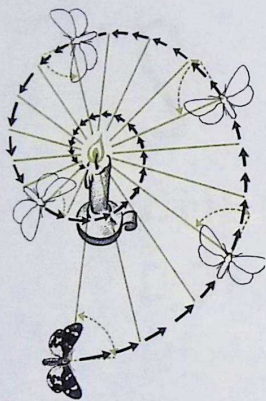
Жизнь под броней

«Насекомое, удивлявшее нас минуту назад своей глубокой проникательностью, поражает наблюдателя своей тупостью, как только очутится в условиях, чуждых его повседневной практике», — писал Жан Анри Фабр, знаменитый французский энтомолог*. Муравей, способный по всем правилам военного искусства организовать налет на чужой муравейник с целью захвата «рабов», безуспешно пытается преодолеть возникшее препятствие, хотя ему достаточно отклониться от своего пути всего на несколько сантиметров, чтобы обойти барьер. Мотылек бьется в освещенное окно или кружит по все сужающейся спирали вокруг свечи, пока не влетит в ее пламя и не погибнет.

Многие полагают, что свет «притягивает» ночных бабочек, но это не так: их полет к смертоносной свече — просто реакция на раздражитель. Задолго до того, как на Земле появились искусственные источники света, бабочки и другие насекомые разработали чрезвычайно сложный механизм навигации по Солнцу и Луне. Световые лучи, приходящие на Землю от этих естественных удаленных источников, практически параллельны, и бабочка полетит по прямой, если будет держаться так, чтобы лучи света падали на глаза все время под одним и тем же углом. Но, если источник света находится вблизи (как в случае со свечой), его лучи образуют расходящийся пучок, и, чтобы поддерживать примерно одинаковый угол, бабочке приходится все время изменять свой курс по отношению к источнику света. Получается спираль, которая постепенно приводит бабочку прямо в огонь. На протяжении многих миллионов лет бабочка извлекала выгоду из собственной реакции на свет, пока ее не обманули искусственные огни, зажженные человеком. Сейчас действия насекомого нам кажутся безрассудными, а на самом деле оно просто еще не успело приспособиться к тому «беспорядку», который внес в древний мир живого недавний пришелец — человек.

* Фабр. Ж.-А., Жизнь насекомых. Рассказы энтомолога. Сокр. пер. с франц. и обработка Н. Н. Плавильщикова. Учпедгиз, М., 1963, стр. 66.

МОТЫЛЕК И ПЛАМЯ



Таинственная очарованность мотылька пламенем имеет простое объяснение. Обычно мотылек для ориентировки в полете пользуется светом Солнца или Луны. Он сохраняет прямолетный курс, стараясь, чтобы лучи отдаленного светила попадали в глаз все время под одним углом. Но когда в качестве маяка мотылек использует наземный источник света, например свечу или электрическую лампу, начинаются неприятности. На рисунке мотылек летит так, что лучи света от свечи все время попадают в его глаз под углом 80° . Но вместо прямой получается сужающаяся спираль, которая в конце концов приводит его к гибели*.

* По современным представлениям механизм прилета насекомых на свет значительно сложнее. — Прим. ред.

Людам свойственно рассматривать окружающий мир со своей точки зрения, поэтому не удивительно, что, по их мнению, насекомые обладают теми же органами чувств, что и человек, и почти так же их используют. Так, например, многие считают само собой разумеющимся, что органы чувств насекомого находятся у него в голове. Но голова насекомого столь мала, что просто не может вместить всех тех структур, которые давали бы ему необходимую информацию о внешнем мире. Поэтому различные насекомые приобрели способность определять температуру предметов лапками, слышать — ногами, обнаруживать присутствие света — спиной и даже ощущать запах того или иного субстрата, ступая по нему.

Ответы насекомых на сенсорные раздражения, буквально бомбардирующие их, часто влекут за собой цепь поведенческих реакций, которые делают этих животных бесконечно привлекательными для исследователя. Один раздражитель вызывает реакцию, которая в свою очередь настраивает нервную систему на восприятие другого раздражителя. Например, «шарица» термитов, чтобы начать выбор брачного партнера, должна сбросить крылья. Только найдя партнера, она станет искать подходящее место для гнезда, а уже после того, как она нашла «дом» и заделала вход в него, может произойти спаривание. Эта цепь действий должна разворачиваться звено за звеном; однажды прервавшись, она не сможет возобновиться с середины.

Человек непосредственно соприкасается с внешней средой: так, когда идет дождь, он собственной кожей чувствует удары капель воды. Но насекомое, заключенное в бесчувственную оболочку своего наружного скелета, отрезано от внешнего мира. Чтобы компенсировать этот недостаток, у насекомых есть множество чувствительных волосков и шипиков — на антеннах, ногах, ротовых частях, на теле и даже на крыльях. Каждый волосок проходит через наружный скелет и прикрепляется к нижнему слою кожного покрова чем-то вроде шарового шарнира. Когда волосок изгибается, поворачивая шарнир, возникает нервный импульс, который передается в мозг. Например, у сверчка на концевых придатках брюшка есть волоски. Они воспринимают вибрации субстрата, когда придатки опущены, и колебания воздуха, когда придатки приподняты. Волоски на крыльях некоторых насекомых так чувствительны к воздушным потокам, что предупреждают насекомое о приближении плотных предметов. Сколь эффективно действуют эти волоски, знает всякий, кто хоть раз пытался прихлопнуть муху бумажной хлопчаткой. Муха обычно успевает взлететь, так как волоски предупредили ее о приближающейся опасности.

Подобная реакция мухи автоматична, как авто-

матична и большая часть действий насекомых. Она обеспечивается простой, но весьма эффективной нервной системой, которая по внешнему виду напоминает бусинки, нанизанные на двух нитях, тянущихся вдоль всего тела. В каждом сегменте насекомого лежит пара нервных центров, так называемых ганглиев, и все ганглии соединены между собой нервными тяжами. Первые три пары ганглиев, слитые в одну массу, образуют мозг насекомого, который принимает сообщения от органов чувств и подает команду к действиям. Следующие три пары ганглиев, также находящиеся в голове и также слитые воедино, управляют работой сложных ротовых частей насекомого. Ганглии, находящиеся внутри грудного отдела, отвечают за работу крыльев и ног. Остальные пары ганглиев, размещенные в брюшке, управляют этой частью тела.

Таким образом, каждый из трех отделов тела насекомого полуавтономен и может самостоятельно выполнять рефлекторные действия, не прибегая к помощи центрального пульта управления — мозга. Поэтому поведение насекомого зачастую складывается из непосредственных реакций на сигналы, поступающие из внешней среды. К ним относятся температура, влажность, запахи, механические колебания. Кузнечик не приходится заботиться о подходящем месте для отдыха: он автоматически находит освещенный солнцем склон бугорка и устраивается так, чтобы большая поверхность его тела была освещена. Голодное насекомое может беспорядочно бродить, пока не найдет пищу. Если разрушить муравейник, муравьи начинают перетаскивать свое потомство со света в темное место — эта автоматическая реакция способствует сохранению молоди. Многие насекомые продолжают автоматически реагировать на свет, температуру, влажность, химические и другие раздражители даже с отрезанной головой. Обезглавленное насекомое может прожить целый год, пока не умрет от голода. Отрезанное брюшко бабочки способно к оплодотворению и откладке яиц. Однако в этом случае яйца не откладываются, как обычно, правильными рядами, так как ганглии, управляющие этим действием, находятся в отсеченном грудном отделе. Кроме того, откладка яиц происходит в первом попавшемся месте, а не на специально избираемом для этого кормовом растении. Последнее обстоятельство вызвано тем, что мозговые ганглии, ответственные за это действие, также отсечены.

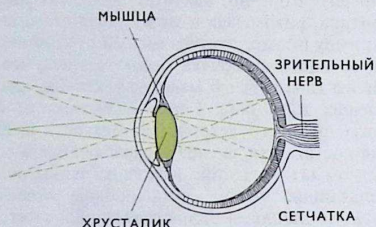
Два чувства, наиболее острых у человека, — зрение и слух — у насекомых значительно ослаблены или даже отсутствуют вовсе. Правда, многие насекомые проводят всю жизнь в темном и безмолвном мире. Специалист по зрению человека не смог бы воспользоваться своими знаниями

для изучения глаз насекомого, так как их строение коренным образом отличается от человеческого глаза. Крупные выпуклые глаза насекомых состоят из большого числа омматидиев, образующих на поверхности глаза шестигранные фасетки; их 28 000 у некоторых стрекоз, 4000 — у комнатной мухи и всего 6 — у некоторых подземных муравьев. Омматидий — это миниатюрный зрительный аппарат, состоящий из крошечной линзы, светопроводящей системы и светочувствительных клеток сетчатки. Каждый омматидий изолирован от соседних; нет двух омматидиев, нацеленных точно в одном направлении. Единичный омматидий фиксирует лишь отдельный образ, вместе же они, как камешки мозаики, из многих световых пятен разной интенсивности образуют полную картину. Конечно, никто не знает, как выглядит картина, рождаемая в мозгу насекомого нервными импульсами, поступающими от сложного глаза, но почти наверняка можно сказать, что глаза такого типа гораздо менее эффективны, чем глаза высших животных. Глаза насекомых не имеют фокусирующего устройства. Четкость изображения достигается за счет увеличения числа отдельных омматидиев; так печатник, чтобы получить мельчайшие точки, составляющие отчетливую, богатую деталями иллюстрацию, пользуется тонким полутоновым растром, ибо грубый растр с крупными точками даст неясное, расплывчатое изображение. Разумно предположить, что сложный глаз, состоящий всего из нескольких омматидиев, дает соответственно приблизительное изображение.

Насекомые не могут закрывать глаза, они сият с открытыми глазами. Полагают, что их зрение достаточно остро на расстоянии всего полутора-одного метра. Даже зоркая медоносная пчела по остроте зрения уступает человеку раз в 80—100, а плодовая мушка — примерно в 1000 раз. Причем эти цифры рассчитаны для оптимальных условий: при слабом освещении зрение насекомых обычно хуже. Зато сложные глаза особенно хорошо распознают движение, так как перемещающийся предмет последовательно возбуждает разные омматидии. Регистрация движения — важнейшая задача для насекомого: движущийся предмет может быть врагом, от которого надо скрыться, либо добычей, которую надо поймать.

Кроме пары сложных глаз, большинство насекомых имеют еще несколько маленьких простых глазков, не разделенных на омматидии. Их функция еще совсем недавно была не очень ясна. Если прикрыть чем-либо сложные, фасеточные глаза пчелы, оставив только простые глазки, пчела ведет себя как слепая. Но если то же самое сделать с простыми глазками, пчела не теряет зрения, хотя и медленнее реагирует на изменение интен-

КАК ВИДИТ ЧЕЛОВЕК



РАЗРЕЗ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА

Человеческий глаз — один из лучших в природе. Единственный хрусталик глаза благодаря окружающим его мышцам может менять форму, фокусируя изображения отдаленных и близких предметов на нервных клетках сетчатки, которые устилают заднюю стенку глаза. Каждая из нервных клеток передает в мозг мельчайшую часть общей картины, но этих клеток так много (15—20 миллионов), что передаваемое ими изображение кажется сплошным, а не разорванным.

сивности освещения. Вероятно, простые глазки выполняют роль своеобразных активаторов, каким-то образом повышающих чувствительность сложных глаз к свету.

Хотя насекомые и живут в мире красок, воспринимают они иной диапазон цветов, чем человек: пчела ясно видит ультрафиолетовый участок спектра, не воспринимаемый человеком, но не чувствительна к красному. Такой диапазон восприятия цвета насекомыми и определил в значительной степени краски луга и леса: цветковые растения, привлекавшие внимание насекомых-опылителей, имели больше шансов выжить в процессе эволюции. Так, не существует цветков, которые опылялись бы пчелами и были бы одновременно красными, поскольку красный цвет для пчелы то же, что черный для человеческого глаза. Зато в зону цветового зрения пчелы попадают разнообразные синие и фиолетовые, желтые и желто-зеленые цветки. Вдобавок многие цветы, кажущиеся человеку бледными, невыразительными, сияют великолепием красок ультрафиолетового мира, в который мы не в состоянии проникнуть.

Многие насекомые определяют направление по положению Солнца, как по компасу. Это легко продемонстрировать, поставив довольно простой опыт. Накройте муравья, несущего добычу в гнездо, светонепроницаемой коробкой и продержите его в этом заточении несколько часов. Когда вы снимете коробку, муравей не побежит в прежнем направлении, а сразу же выберет другой путь, отклоняющийся от старого точно на величину угла, на который передвинулось Солнце по небосводу за время пребывания муравья в заключении.

Медоносные пчелы могут определять положение Солнца на небе даже в пасмурный день. Объясняется это тем, что какая-то часть ультрафиолетового света проходит сквозь облака и тот участок неба, где находится Солнце, всегда примерно на пять процентов ярче остальной его части. Пчелам этой разницы достаточно, чтобы определить положение Солнца. В облачный день, если насекомое видит хотя бы небольшой участок чистого неба, оно может ориентироваться по поляризации света голубого неба.

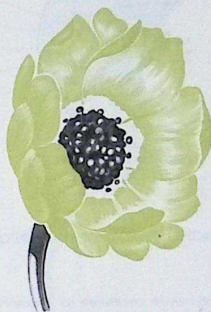
Для большинства насекомых мир беззвучен, но некоторые из них все же воспринимают различного рода колебания. Например, жук-вертячка, выписывающий странные на вид, беспорядочные витки на поверхности пруда, огибает препятствия, улавливая отражения волн специальными органами, расположенными у основания антенн. Самцы комаров используют аналогичные органы, чтобы находить самок. И лишь сверчки, кузнечики, саранчовые, цикады и большинство ночных бабочек обладают слуховыми органами тимпа-

нального типа (с барабанной перепонкой). Эти органы находятся не на голове, как у человека, а в основном на ногах или брюшке. Они развились из дыхательной системы насекомых. Насекомые дышат через систему тончайших воздухоносных трубочек, сложной сетью оплетающих их внутренние органы; кое-где трубочки расширяются, образуя воздушные мешки. У насекомых с настоящим слухом в одной паре таких мешков развились барабанные перепонки, передающие колебания чувствительным клеткам.

Устройство слухового аппарата насекомого значительно проще, чем человека, но его диапазон восприятия и чувствительность совершенно необычны. Многие насекомые воспринимают ультразвук, который более чем на две октавы выше самых высоких звуков, слышимых человеком. Чувствительны насекомые и к тембру звука: сверчок, например, способен отличить звуки, издаваемые другим сверчком, от звуков той же высоты, но испускаемых скребущей пилкой. Барабанные перепонки некоторых сверчков и кузнечиков расположены в полостях на передних ногах; двигая ногами в разных направлениях, они, видимо, способны установить направление на источник звука.

Ни одно насекомое не имеет настоящего голоса. Многие из них стридулируют (от латинского слова, означающего «скрипеть»), то есть трут одной частью своего тела о другую. Большинство насекомых используют звук в своем брачном поведении, чтобы привлечь самку или прогнать самца-соперника. Звук может быть применен и для отпугивания врагов: потревоженный песчаный сверчок поворачивается к источнику опасности и издает резкий скрежещущий звук. Нам кажутся немusикальными скрип сверчка и барабанный бой цикады. Они немелодичны, их ритмы и частоты слишком высоки и не улавливаются человеческим ухом. Но записи песен насекомых, проигрываемые на малой скорости, обнаруживают их сложную внутреннюю структуру.

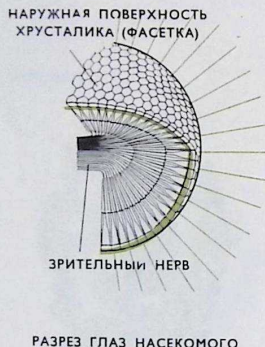
Инструменты, используемые различными насекомыми-музыкантами, несколько различаются по форме и размеру и поэтому производят непохожие звуки разной высоты. Более того, песня каждого вида имеет свой особый ритм, частоту и «мотив». Летний воздух наполнен разнообразнейшими мелодиями, но каждый вид насекомых знает лишь одну песню, унаследованную от предков*. Песни даже близко родственных видов хоть немного, но различаются, что, видимо, служит препятствием для межвидового скре-



ТАК ВИДИТ ЧЕЛОВЕК

* У некоторых видов, впрочем, есть несколько разных песен, исполняемых в зависимости от ситуации: «песня угрозы», «призывная» и т. д. — *Прим. перев.*

КАК ВИДИТ НАСЕКОМОЕ



Сложный глаз насекомого состоит из множества микроскопических отдельных глазков (омматидиев) с собственными нервными окончаниями. Глаз в целом неподвижен, а его хрусталики не фокусируются. Каждый глазок улавливает небольшой кусочек окружающей обстановки, и получается довольно грубая, зернистая картина, похожая на мозаику. Чем больше омматидиев в глазу, тем более детализировано изображение. Насекомые, у которых меньше 100 омматидиев, едва различают форму предметов.

щивания в природе. Например, существует два вида саранчовых, которых можно хитростью заставить спариваться в лаборатории. Самца и самку разных видов помещают вместе в одну клетку, а в соседнюю сажают самца того вида, к которому относится самка. Когда этот изолированный самец поет, звуки его песни так влияют на самку, что она подпускает к себе сидящего с ней «чужака». Этот обманом устроенный брак оказывается плодовитым и приносит гибридное потомство. Но в природных условиях такие гибриды не встречаются.

Саранчовые (подотряд короткоусых отряда прямокрылых) трут внутренней стороной бедра, на которой находится «напильник» из 80—90 тонких шипиков, по утолщенной жилке переднего крыла, как скрипач, который водит смычком по струнам; при этом крыло служит резонатором, подобно корпусу скрипки. Напротив, кузнечики и сверчки-трубачики (подотряд длинноусых) несут свои звуковые органы на передних крыльях и при стрекотании трут одним крылом о другое. Самым музыкальным насекомым является белоснежный трубачик. «Если бы лунный свет можно было слышать», — писал Натаниель Готорн, — он звучал бы именно так). Кузнечик — неутомимый музыкант: за лето он проводит одним крылом по другому миллионы раз. Цикада — не скрипач, а барабанщик. На ее брюшке есть пара больших, снабженных резонаторами барабанных перепонок. Цикада вибрирует ими, издавая пронзительный звук, напоминающий скрип несмазанной дверной петли. Насекомое не бьет палочками в «барабаны», а колеблет их мышцами своего тела. Громкие песни распевает только взрослые самцы сверчков, кузнечиков и цикад; молодь и самки безмолвствуют. Это отметил уже около 2400 лет назад древнегреческий драматург Ксенах, писавший: «Счастливы цикады, у них немые жены».

Вполне понятно, что если какой-то вид насекомых способен издавать звуки, он обычно способен и слышать их. Но есть исключения: многие ночные бабочки прекрасно слышат, однако все они безголовы. Эта особенность ночных бабочек не связана с брачным поведением. Их слух настроен на улавливание высокочастотных звуков, издаваемых летучими мышами во время ночной охоты, когда те с помощью своей системы эхолокации определяют местонахождение жертвы. Уловив ультразвуковой писк летучей мыши, бабочка резко сворачивает в сторону, чтобы ускользнуть, или «каменем» падает на землю.

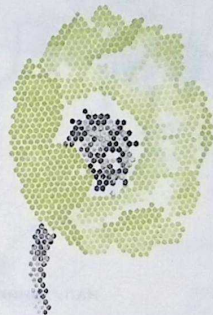
У многих насекомых антенны, или усики, — самые заметные глазу органы чувств. Понаблюдайте за обычным муравьем, и вы убедитесь в важности антенн в исследовании окружающего мира. Его усики постоянно в движении, они изгибаются, поворачиваются. С их помощью муравей определяет направление ветра, ощупывает поверх-

ность, по которой бежит, проверяет пищу перед тем, как вцепиться в нее челюстями. Два муравья, встретившись на тропе, легонько ощупывают друг друга антеннами; когда муравей хочет получить капельку медвяной росы от тли, которую пасет, он трогает усиками ее брюшко. Не случайно муравей постоянно чистит антенны с помощью челюстей или ног, на которых для этой цели есть специальные гребни.

Антенны особенно велики у насекомых с плохим зрением, например у муравьев, и меньше у насекомых с хорошим зрением, например у стрекоз. Их формы и размеры чрезвычайно разнообразны. У длинноусых прямокрылых антенны обычно длиннее тела. У дневных бабочек простые булавовидные усики, у самцов ночных бабочек часто роскошный перистый плюмаж. Антенны многих мух короткие и вздутые в виде шишечек; у некоторых жуков они оканчиваются гребешками с плоскими пластинками. Все эти причудливые устройства служат для увеличения поверхности антенн, делая их таким образом более чувствительными ко всякого рода раздражениям.

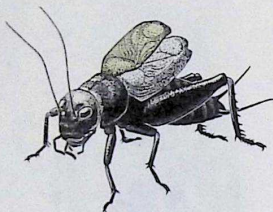
Антенны позволяют насекомому ощупывать, слышать, пробовать на вкус и нюхать мир, лежащий вне его скелета, измерять температуру и влажность этого мира. Муравьи и пчелы могут отличать своими усиками слабые растворы сахара от чистой воды. Улавливая ничтожную разницу в температуре тела жертвы и окружающего воздуха, антенны сообщают кровососущим насекомым о появлении теплокровной добычи. Постельный клоп обнаруживает объект, который менее чем на 1°C теплее окружающего воздуха, и устремляется к нему.

Антенны усеяны многочисленными крошечными рецепторами запаха. На каждой антенне, например самца медоносной пчелы, их около 30 000, что свидетельствует о важной роли обоняния в жизни насекомого. Многие насекомые руководствуются запахом в поисках подходящего кормового растения или хозяина, на котором можно отложить яйца. Самцы ночных бабочек, вооруженные огромными перистыми антеннами, используют обоняние почти исключительно для поисков самки. Эти антенны демонстрируют, как сказал один энтомолог, «одно из самых поразительных достижений в области восприятия у животных». Самцы некоторых видов бабочек реагируют на привлекающий их запах самки с расстояния более двух километров. На таком расстоянии к антеннам, очевидно, доходят лишь отдельные молекулы пахучего вещества. Более того, самец ночной бабочки устремится за самкой даже в город, наполненный посторонними запахами. Это достигается благодаря полету против ветра и коррекции направления к самке по относительному количеству пахучих молекул, улавливаемых каждой антенной. Самец, лишенный од-



ТАК ВИДИТ НАСЕКОМОЕ

КАК НАСЕКОМЫЕ ПОЮТ



ПОЛЕВОЙ СВЕРЧОК

Полевой сверчок стрекочет, вибрируя крыльями. Поперек нижней стороны каждого крыла идет довольно толстая, зазубренная, как напильник, жила, а на верхней стороне крыла — острое ребро, или кантик. Двигая крыльями из стороны в сторону, насекомое трет напильником одно крыло по кантику другого, производя высокий, мягкий, мелодичный звук.

ной антенны, чувствует запах самки, но не может определить направление на нее. Запах играет столь важную роль в брачном поведении ночных бабочек, что, если самку подержать некоторое время в садке, а потом вынуть оттуда, самцы будут продолжать скапливаться у пустого «надушенного» садка. С другой стороны, самцы не обратят никакого внимания на самку, посаженную в герметически закрывающийся стеклянный сосуд.

Год за годом насекомые возвращаются к тем же цветам и деревьям, на которых питались их предки. Выбор их неизменен. Например, бабочка-капустница порхает в огороде, разыскивая по запаху растения из семейства крестоцветных, чтобы отложить на них яйца. Если гусениц, вышедших из этих яиц, перенести на другое растение, они отказываются от него и гибнут от голода среди изобилия корма. Но их можно заставить есть непривычные растения, если листья последних смазать эфирными маслами, выделенными из традиционного кормового растения. Множество разных видов насекомых ведет такой же безошибочный выбор кормовых растений по всему огороду: просверлены початки кукурузы, надрезаны листья помидоров, изгрызены бутоны роз. Насекомые каким-то образом ухитряются находить в лабиринте изогнутых стеблей и листьев именно те растения, которыми питались их предки, нередко делая при этом выбор между похожими растениями, которые человек не смог бы различить без специального определителя.

Еще несколько десятилетий назад ученые приписывали насекомым некое загадочное «шестое чувство», которое будто бы позволяет им находить кормовые растения предков. Но позже выяснилось, что привередливых насекомых ведет в их поисках не какое-то инстинктивное знание нужных растений, а характерное для каждого вида растений химическое вещество или комбинация веществ. Например, гусеницы бабочки-капустницы будут питаться настурцией, которая вовсе не родственна капусте. Дело в том, что листья настурции выделяют ароматическое масло, которое пахнет точно так же, как сок из листьев крестоцветных. Комнатная муха летит к разлагающимся остаткам, привлекаемая выделяющимся при гниении запахом аммиака; одну из мух, частую гостью винных погребов, привлекает запах метилацетата, содержащегося в спирте. Насекомые-паразиты, откладывающие яйца на других насекомых, способны отличить по запаху уже пораженную жертву от нетронутой.

Аппарат дистанционного чувства запаха, принимающий химические послания издалека, находится у человека в носу; аппарат контактного химического чувства, позволяющий пробовать пищу на вкус, расположен на его языке. У насеко-

мого также есть ближнее и дальнее химические чувства, причем они играют гораздо более важную роль, чем у человека. У многих насекомых, таких, как бабочки и мухи, вкусовые рецепторы находятся не только вокруг рта, но и на передних ногах, так что эти насекомые могут пробовать пищу на вкус, ступая по ней.

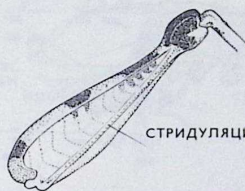
Многочисленные вкусовые волоски на ротовых частях мухи устроены, казалось бы, просто. Но о работе этих волосков стало известно, только когда появились электронные приборы, достаточно чувствительные, чтобы регистрировать нервные импульсы. С помощью сложных усилителей и осциллографов энтомологи сумели изучить реакцию на различные химические раздражители отдельных чувствительных волосков на теле насекомого.

Как показали исследования, две клетки, посылающие отростки к вершине волоска, специализируются на восприятии определенных химических веществ. Одна чувствительна к солям, кислотам и спиртам, то есть ко всему неаппетитному для мухи, другая к сахарам, которыми муха питается. Итак, одна клетка волоска реагирует на приемлемые для насекомого химические вещества, другая — на такие, которых оно избегает. Более того, электрические импульсы от клетки, реагирующей на сахар, изменяются в зависимости от типа сахара: одни сахара уже в низкой концентрации способны возбудить хотя бы один-единственный соприкоснувшийся с раствором волосок, другие, менее «вкусные», вызывают импульс только в том случае, если их концентрация велика или с раствором соприкасается сразу несколько чувствительных волосков. По характеру импульсов, посылаемых двумя клетками, муха не только узнает, годится вещество в пищу или нет, но и определяет степень его привлекательности.

Дальнейшее изучение выявило другие сложности этих, казалось бы, простых волосков. Все они на вид совершенно одинаковы, но одни из них возбуждаются быстро, другие медлят с посылкой депеши в мозг. Преимущество такой системы состоит в том, что на чеку всегда лишь рецепторы одного из двух типов. Иначе какое-либо сильно действующее химическое вещество могло бы возбудить все рецепторы и чувство вкуса оказалось бы временно отключенным. Кроме сообщений о вкусе разных веществ, волоски дают мухе и другую информацию об окружающей среде. Повышение или понижение температуры менее чем на 1° влияет на частоту импульсов клеток; изгибание волосков сообщает о том, каков предмет на ощупь. Так, чувствительный волосок, касающийся капли сиропа, сигнализирует мозгу, что это за вещество (весьма приятное, липкое!) и какова его температура.

Несмотря на то что насекомые изолированы от окружающего мира, чувство осязания у них

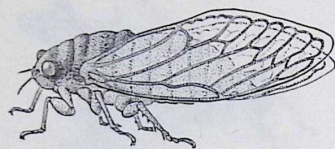
УТОЛЩЕННАЯ ЖИЛКА



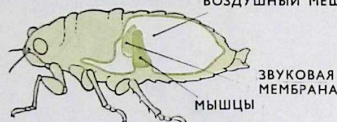
СТРИДУЛЯЦИОННЫЙ КИЛЬ

САРАНЧА

Саранчовые, как и сверчки, используют «смычковый инструмент». Но у них несколько иной метод производства звуков. На внутренней поверхности каждого заднего бедра (нижний рисунок) находится стридуляционный киль, состоящий из ряда зубчиков, а на наружной поверхности каждого крыла — толстая зазубренная жилка (показана зеленым цветом). Когда насекомое то опускает, то поднимает обе задние ноги, потирая зубчиками о толстые жилки крыльев, получается скребущий звук.



ВОЗДУШНЫЙ МЕШОК



ЗВУКОВАЯ
МЕМБРАНА

МЫШЦЫ

ЦИКАДА

Звуковые органы цикады находятся внутри тела. Большая часть ее брюшка полая. В воздушных мешках располагается группа мощных мышц, называемых тимпанальными. Они прикреплены к звуковой мембране. При сокращении мышцы мембрана «вдавливается», при расслаблении распрямляется, производя пронзительную «песню» насекомого.

очень развито. Через наружный скелет проходит множество осязательных волосков, связанных с нервными окончаниями. Когда насекомое не летит, оно обычно старается касаться ногами какой-либо поверхности — почвы, потолка, ветки или воды. Но в полете большинство насекомых, напротив, избегает каких-либо прикосновений к ногам, иначе говоря, они летают с убранными шасси. Если поймать комнатную муху и осторожно приклеить ее тело к тонкой проволочке так, чтобы она могла свободно работать крыльями, то ноги мухи будут держать в позе полета — передняя пара вытянута вперед, задняя — назад и средняя — под прямым углом к телу. Но, если затем привести ноги мухи в соприкосновение с какой-либо поверхностью, крылья останавливаются и муха начинает двигать ногами так, будто она бежит по твердому предмету, хотя на самом деле по-прежнему висит в воздухе. Загадочная способность муравья, сброшенного со стола, приземляться всегда на ноги, объясняется сходной реакцией на прикосновение. Как только муравей отрывается от прочной опоры, он изгибает тело дугой и выбрасывает ноги вверх. Коснувшись брюшком земли, он сразу же опускает ноги и убегает.

Человек чувствует тепло, исходящее от зажженной горелки, и холод из открытого холодильника. Казалось бы, насекомые, будучи холодно-кровными организмами, не способны регулировать температуру своего тела, однако давно известно, что зимой температура в центре пчелиного улья никогда не опускается ниже 14°C . «Система отопления» пчел столь эффективна, что в сильные морозы внутри улья может быть на 60° теплее, чем снаружи. В то время как колонии ос и шмелей погибают с наступлением осенних холодов, медоносные пчелы выживают, сбиваясь в шар вокруг одной из рамок с сотами. Размер такого шара, или «клуба», зависит от температуры: в очень сильный мороз клуб меньше, так как пчелы сбиваются теснее; с повышением температуры клуб становится более рыхлым. Внутри клуба теплее: пчелы, сидящие там, постоянно двигают крыльями, ногами и брюшком, вырабатывая этими мышечными движениями тепло. Проведя некоторое время в центре шара, они уступают место другим, находящимся снаружи. Даже пчелы, сидящие на самой поверхности клуба, помогают сохранять его тепло, создавая как бы изоляционный слой своими мохнатыми телами.

Ночная бабочка, прежде чем подняться в воздух, совершает любопытный ритуал. Она так быстро бьет крыльями, что их очертания расплываются, словно у вращающегося винта самолета. Через несколько минут она взмывает в воздух. Если схватить бабочку до того, как она

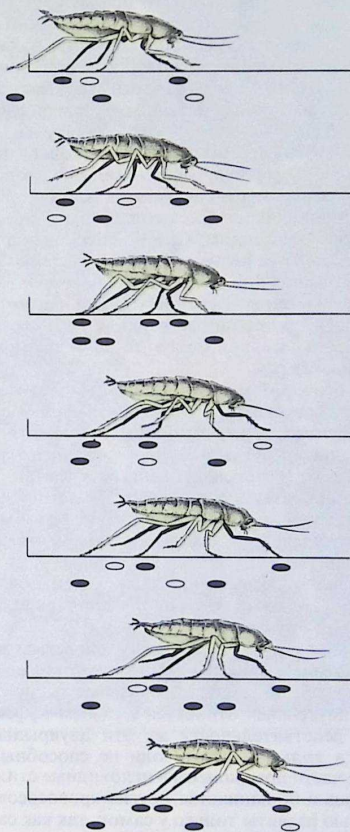
закончит ритуал, а затем подбросить ее, она упадет на землю и будет не в состоянии лететь. Очевидно, сокращая летательные мышцы, бабочка генерирует тепло; но, если содержать ее в обогреваемом садке, она полетит сразу, не разогреваясь предварительно. Чтобы такая система действовала, бабочка должна иметь орган для измерения температуры, но ученые пока не знают, где он расположен.

Сложные органы чувств насекомых позволяют им реагировать на окружающий мир, воспринимать его сигналы на расстоянии, ощупывать и пробовать его на вкус, улавливать его движения, прокладывать путь по его светилам. Но эти органы чувств и инстинктивные реакции на их сообщения нужны насекомому только в том случае, если оно может извлечь из них пользу. Ноги и ротовые части насекомых оснащены целым рядом очень эффективных инструментов, и многие из них не уступают тем, которые человек вынужден был изготовить для себя.

Ноги насекомых приспособлены для ходьбы, прыганья, плавания, копания, «умывания» и сбора пищи. Вытянутые, уплощенные задние ноги некоторых водных жуков снабжены длинными, густыми волосками и превращены таким образом в весла. На ногах медоносной пчелы есть щеточки для сбора пыльцы, а на задних, кроме того, — корзиночки для ее переноса. Передние ноги богомола и водяного скорпиона (эти насекомые не родственны между собой) превращены в клещи, захватывающие добычу. У взрослых стрекоз длинные стройные ноги с рядами жестких щетинок по бокам. В стремительном полете стрекоза держит свои шипастые ноги так, что они образуют подобие сачка, которым она ловит в воздухе мелких насекомых. Медведки, продлевающие ходы под землей, имеют необычайно сильные, уплощенные передние ноги, которые служат лопатами. Вдобавок на этих ногах есть пара ножиц; ими медведка перерезает корешки, мешающие ей копать. Передние ноги многих насекомых снабжены особыми желобками, через которые насекомое может протягивать свои антенны и очищать их. У некоторых дневных бабочек, в частности у нимфалид и бархатниц, передние ноги уменьшены и непригодны для передвижения. Они покрыты волосками и используются как щеточки для чистки сложных глаз.

Типичная нога насекомого оканчивается обычно парой коготков с подушечкой между ними. Этим объясняется поразительная способность насекомых ходить по отвесным поверхностям. Если на поверхности есть хотя бы малейшие неровности, насекомое пускает в ход коготки, если же приходится передвигаться по зеркально гладкой плоскости, выручают подушечки. У некоторых насе-

КАК НАСЕКОМЫЕ ХОДЯТ



Когда насекомое идет, каждая пара ног выполняет свою функцию: передняя тянет вперед, задняя толкает, а средняя действует как точка опоры. Поскольку насекомые никогда не поднимают сразу больше одной-двух ног и следующая после поднятой нога сохраняет контакт с грунтом, походка насекомых кажется волнообразной. На рисунке, изображающем цикл ходьбы черного таракана, черными кружками отмечены ноги, касающиеся грунта, белыми — поднятые.

комых подушечки покрыты многочисленными пустотелыми волосками — через них выделяется маслянистый секрет особых желез. Благодаря силам поверхностного натяжения жидкости насекомое способно удерживаться на стекле.

Ротовые части насекомых, развившиеся в процессе эволюции, как и ноги, из примитивных придатков тела, у разных насекомых приспособлены к самым разным видам пищи. Первым появился ротовой аппарат, приспособленный к кусанию и жеванию. И хотя у разных насекомых эти аппараты подверглись многочисленным усовершенствованиям, схемы их устройства одинаковы. Спереди находится пара мощных придатков, называемых мандибулами. Они расположены по сторонам ротового отверстия и сдвигаются, как половинки сахарных щипчиков. Следующая пара ротовых придатков — максиллы. Они не способны грызть пищу, но могут ее хватать. За ними располагается широкая нижняя губа, образованная второй парой сросшихся максилл. Перед ротовыми частями выдается похожая на щиток верхняя губа, которая развилась не из придатков и является просто складкой кожи.

Таков основной план строения ротового аппарата тех насекомых, которые питаются твердой пищей. Насекомые же, питающиеся жидкостями — бабочки, цикады, тли и мухи, — обладают ротовым аппаратом, приспособленным к сосанию. Их ротовые придатки, удлинённые и частично слитые, образуют полную трубку вроде соломинки для коктейля, через которую насекомое втягивает в рот жидкую пищу. Хоботки дневных и ночных бабочек часто очень длинные; когда бабочка не сосет пищу, ее хоботок свернут в спираль наподобие часовой пружины.

К большому неудовольствию человека и вообще всех теплокровных животных, ротовые части комаров и других, в обиходе называемых «кусачими», двукрылых относятся к самым эффективным. В действительности же эти двукрылые не кусают, а колют — кусать они не способны. Их ротовые части превращены в игольчатые стилеты. У комаров и большинства других кровососов они полностью развиты только у самок, так как самцы чаще всего кровью не питаются.

То, что у комара обычно называют хоботком, представляет собой нижнюю губу, которая служит футляром для шести тонких хирургических инструментов. Четыре из них — это мандибулы (одна пара) и максиллы (тоже одна пара), превращенные в очень тонкие ланцеты; остальные два — чрезвычайно тонкая верхняя губа и стилет со слюнным протоком, работающие, как шприц.

Комар садится на свою жертву так тихо, что она обычно ничего не чувствует. С помощью

щипчиков — еще одной пары придатков, причлененных к ротовым частям, — комар находит место, где легче сделать прокол. Когда такое место найдено, в кожу вводятся все шесть игл, при этом желобчатая нижняя губа действует как направляющая. Сначала в кожу впиваются мандибулы и максиллы, а затем верхняя губа и стилет. По протоку стилета течет слюна, которая препятствует свертыванию крови, пока комар не насытится. Именно эта жидкость, видимо, и вызывает раздражение и воспаление в месте прокола кожи. Кровь всасывается по каналу верхней губы и направляется прямо в кишечник комара.

В слюне комара могут содержаться возбудители малярии, желтой лихорадки, энцефалита и еще десятка других инфекционных и опасных для человека болезней. Хотя в низменных районах малярийных комаров больше, малярия встречалась и в Кито (столица Эквадора) на высоте 2800 метров над уровнем моря. (Здесь водится один вид малярийного комара, который откладывает яйца только в холодные, быстрые воды горных рек.) Комар во многом способствовал гибели людей в испано-американской войне; он вынудил французов отдать американцам Панамский канал (говорят, за каждую шпалу, уложенную на Панамской железной дороге, французы теряли по одному человеку, умиравшему от желтой лихорадки). Как сказал один английский ученый о слонном протоке комара: «По этой тоненькой, микроскопической канавке течет жидкость, которая на протяжении многих веков закрывала цивилизации путь в Африку и которая сыграла огромную роль в гибели культур Древней Греции и Рима».

Современная наука знает о самых распространенных насекомых полей и лесов (обо «всех этих малозаметных, не сознающих себя, заточенных и почти безымянных жителях», как писал Метерлинк) почти столько же, сколько о Луне, находящейся в 400 000 километров от нас. Несмотря на многочисленность, насекомые во многом еще остаются загадкой для человека, и невежественные люди любят приписывать им несуществующие «чудеса» и «волшебства». На первый взгляд кажется, что органы чувств насекомых значительно совершеннее человеческих; на самом же деле они зачастую гораздо грубее. Но, что удивительно, с такими грубыми органами чувств насекомые прожили свыше 300 миллионов лет, постоянно подвергаясь атакам собратьев-членистоногих, а также земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, и продолжают процветать и в наши дни, невзирая на все усиливающееся загрязнение внешней среды.



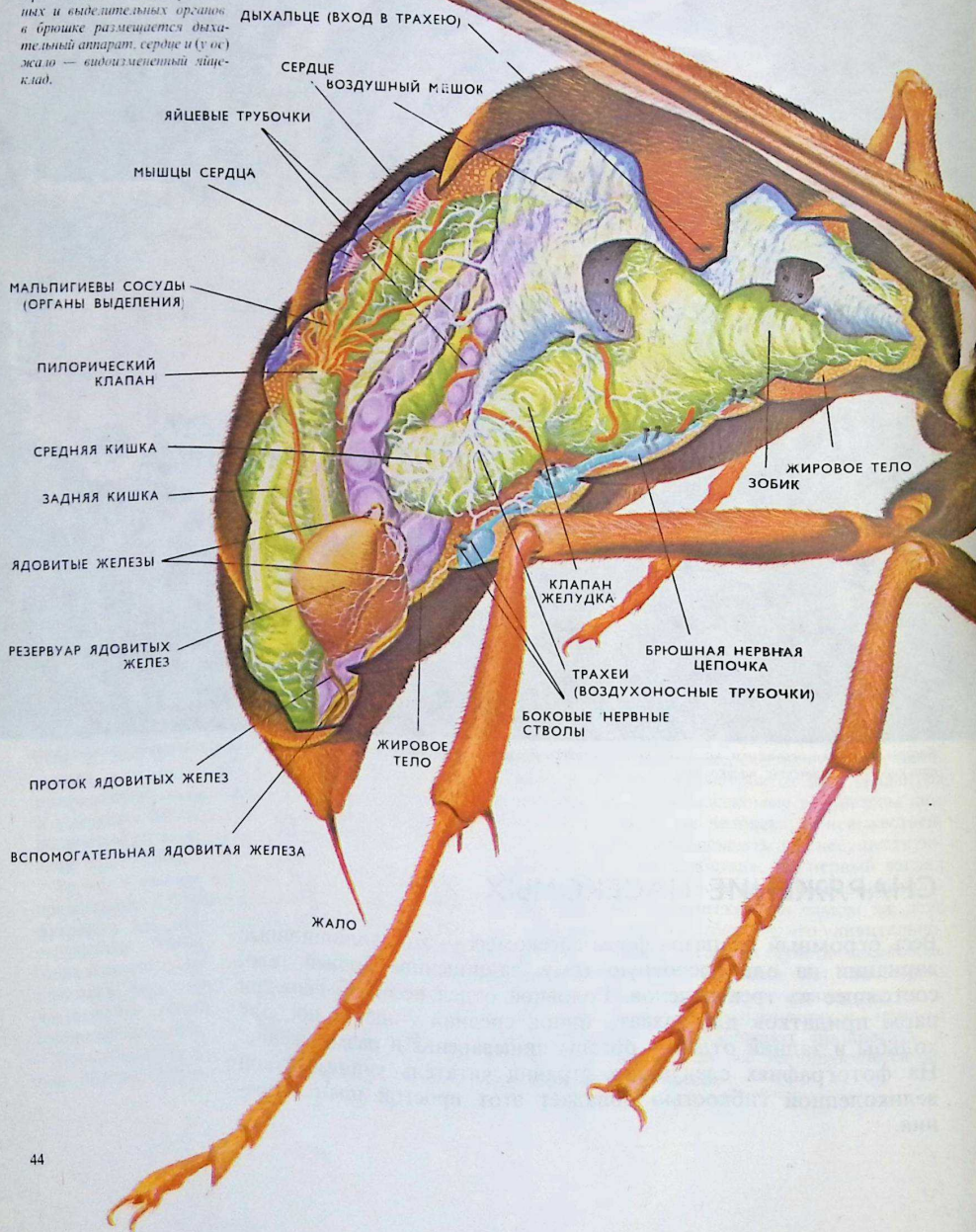
Бескрылая самка осы-немки, называемой по-английски бархатным муравьем, имеет плотный «мех» из чувствительных волосков, присущих большинству насекомых.

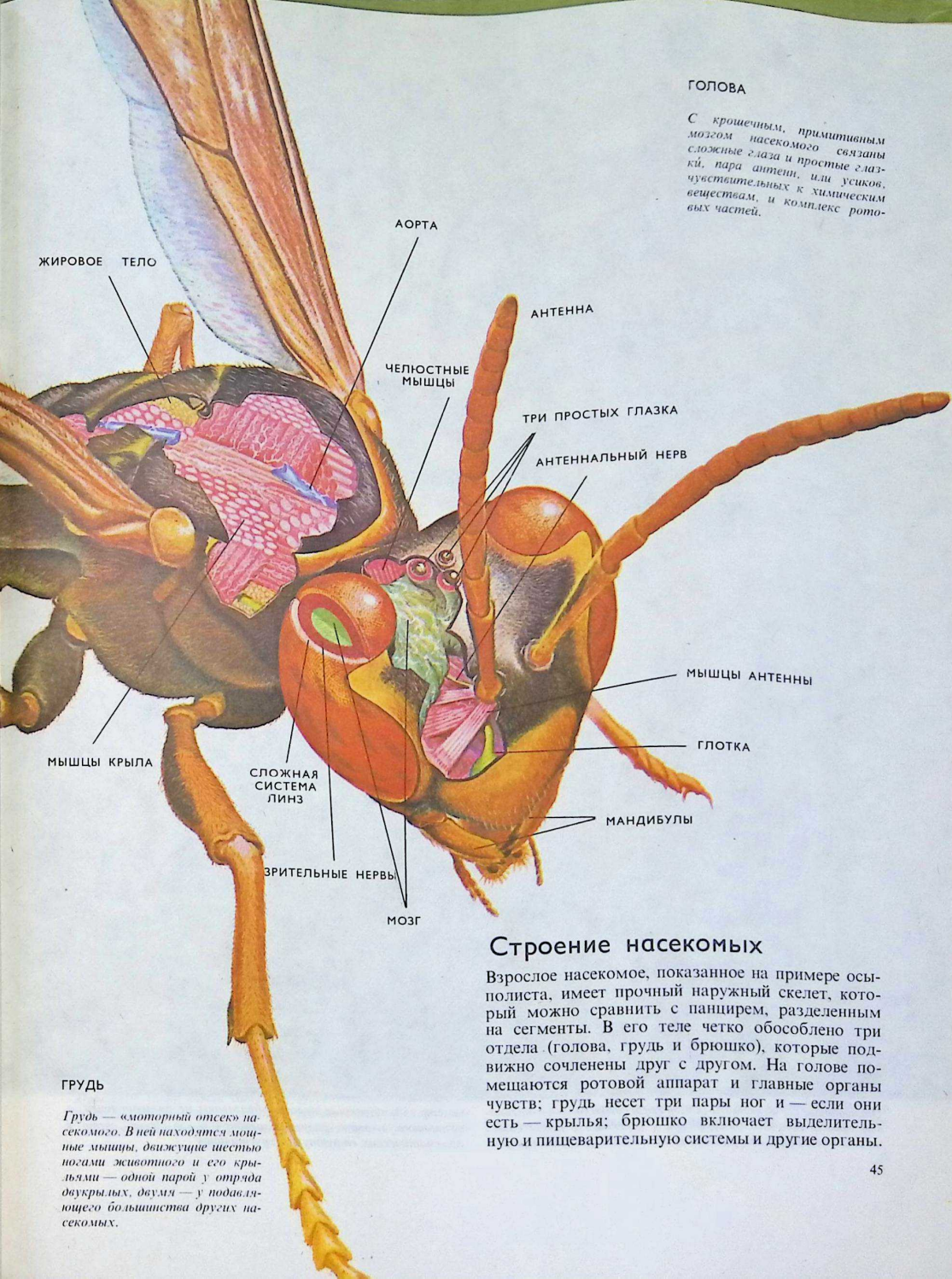
СНАРЯЖЕНИЕ НАСЕКОМЫХ

Весь огромный диапазон форм насекомых — это эволюционные вариации на одну основную тему: защищенное броней тело, состоящее из трех отделов. Головной отдел несет обычно три пары придатков для захвата пищи, средний — шесть ног для ходьбы и задний отдел — органы пищеварения и размножения. На фотографиях следующих страниц читатель увидит, какой великолепной гибкостью обладает этот простой план строения.

БРЮШКО

Кроме половых, пищеварительных и выделительных органов в брюшке размещается дыхательный аппарат, сердце и (у ос) жало — видоизмененный яйцеклад.





ГОЛОВА

С крошечным, примитивным мозгом насекомого связаны сложные глаза и простые глазки, пара антенн, или усиков, чувствительных к химическим веществам, и комплекс ротовых частей.

ЖИРОВОЕ ТЕЛО

АОРТА

АНТЕННА

ЧЕЛЮСТНЫЕ МЫШЦЫ

ТРИ ПРОСТЫХ ГЛАЗКА

АНТЕННАЛЬНЫЙ НЕРВ

МЫШЦЫ АНТЕННЫ

ГЛОТКА

МАНДИБУЛЫ

МЫШЦЫ КРЫЛА

СПЛОЖНАЯ СИСТЕМА ЛИНЗ

ЗРИТЕЛЬНЫЕ НЕРВЫ

МОЗГ

ГРУДЬ

Грудь — «моторный отсек» насекомого. В ней находятся мощные мышцы, движущие шестью ногами животного и его крыльями — одной парой у отряда двукрылых, двумя — у подавляющего большинства других насекомых.

Строение насекомых

Взрослое насекомое, показанное на примере осы-полиста, имеет прочный наружный скелет, который можно сравнить с панцирем, разделенным на сегменты. В его теле четко обособлено три отдела (голова, грудь и брюшко), которые подвижно сочленены друг с другом. На голове помещаются ротовой аппарат и главные органы чувств; грудь несет три пары ног и — если они есть — крылья; брюшко включает выделительную и пищеварительную системы и другие органы.



Отливающие всеми цветами радуги глаза самки слепня — наглядный пример полового диморфизма у насекомых. Глаза самки расставлены шире, чем у самца того же вида (см. фотографию

на стр. 30). Цветные полосы образованы не пигментацией, а возникают, подобно радуге, благодаря преломлению света в призматических структурах хрусталиков.



Перистые усики самца сатурнии луны — папоротникообразно разросшиеся обычные антенны — уселны сенсорными клетками, органами обоняния. Единственная функция взрослого сам-

ца — найти по запаху самку и спариться с ней. На протяжении всей своей крылатой жизни — две недели (если только самка не будет найдена быстрее) — самец совсем не принимает пищи.



Хищная, заросшая щетиной личинка жука-скакуна сидит наготове у выхода из своей норки, ожидая, пока рядом не окажется подходящая жертва. Кривые острые челюсти зацепляются

как капкан, хватая и убивая жертву — обычно мелкое насекомое. Затем личинка утаскивает добычу вниз, в колодезь глубиной до 30 сантиметров, и там постепенно съедает ее.



Самка желудевого долгоносика готовит жилище и запас пропитания для будущего поколения, пробуравливая канал в съедобной мякоти желудя. Потом она повернется на 180°, отложит

яйца, повернется еще раз и протолкнет его хоботком в канал. Выйдя из яйца, молодая личинка будет вести тихую жизнь под защитой оболочки желудя, пока не выест всю его мякоть.

Инструменты для еды

Головной отдел насекомого несет на себе три пары придатков, видоизмененных у разных видов в органы, служащие зубами, языками, щипцами, пинцетами, стамесками, клещами, пилами или насосами. Все эти инструменты нужны насекомому для того, чтобы есть. Первая пара ротовых частей раздавливает пищу, как зубы, вторая хватает ее, как щипцы, а третья проверяет и пробует на вкус, как язык. Обладая тремя наборами «челюстей», многие насекомые приспособили их целиком или частично для специальных пищевых целей. У страшной личинки жука-скакуна первая пара ротовых конечностей превратилась в клыкоподобные клещи. У бабочки вторая пара образовала сосательную трубочку. А у желудевого долгоносика все три пары объединились, образовав мощное сверло на самом конце «носа» — выроста экзоскелета.

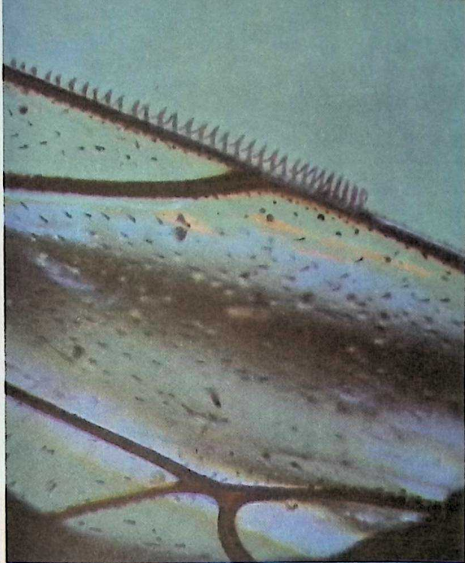


Бабочка парусник с трубчатым «язычком» разворачивает свой трехсантиметровый хоботок, когда чувствует запах подходящего цветка. Этот запах побуждает ее распрямить свернутый хоботок в зондирующую трубку.



Нежное крыло сатурнии луны украшено изысканным глазчатым рисунком. Как почти у всех бабочек, мембрана, образующая плоскость крыла, прозрачна; цвет ей придает плотное покрытие

из чешуек. И мембрана, и чешуйки состоят из тончайшей кутикулы того же материала, из которого сделана броня жука или панцирь ома.



По переднему краю заднего крыла имела идет пиловидное образование, как бы половинка застежки «молния». Оно цепляется за прочный отгиб переднего крыла, мышцы которого выполняют всю работу в полете.

Насекомые — авиаторы

Несмотря на то что многие насекомые проводят большую часть жизни в виде прикованной к земле личинки, почти все они, став взрослыми, поднимаются в воздух, чтобы спариться и продолжить свой род. В отличие от крыльев летучей мыши или птицы крылья насекомого представляют собой не видоизмененные конечности, а самостоятельную структуру, выросшие наружного скелета, пронизанные тонкими воздухоносными и кровеносными трубочками.

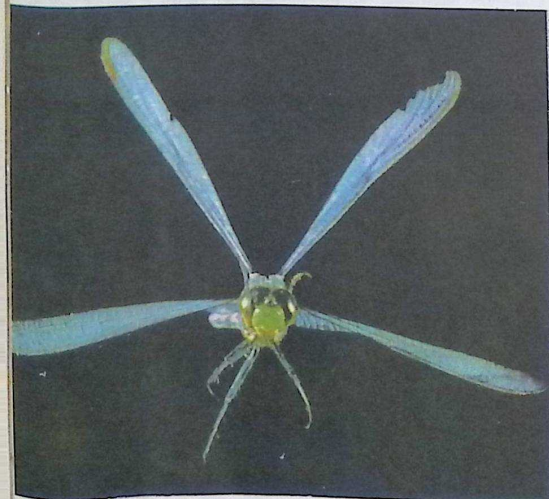
Большинство крылатых насекомых обладают четырьмя отдельными крыльями, как например стрекозы. Но у насекомых из более молодых отрядов передние и задние пары крыльев действуют в основном как единая летательная плоскость, отталкивающаяся от воздуха благодаря чудесному механизму специализированных летательных мышц. Передняя и задняя пары соединены либо простым наложением (у дневных бабочек), либо посредством крючка с петлей (у ночных бабочек), либо устройством, напоминающим застежку «молния» (у ос). У двукрылых (одного из самых молодых отрядов насекомых) задние крылья перестали использоваться для полета и превратились в жужжальца — коротенькие придатки, действующие в полете как гироскопические стабилизаторы.



Крыло комара представляет собой прозрачную двойную мембрану, обрамленную и усиленную жилками. Торчащие волоски чувствительны к токам воздуха и другим раздражителям.



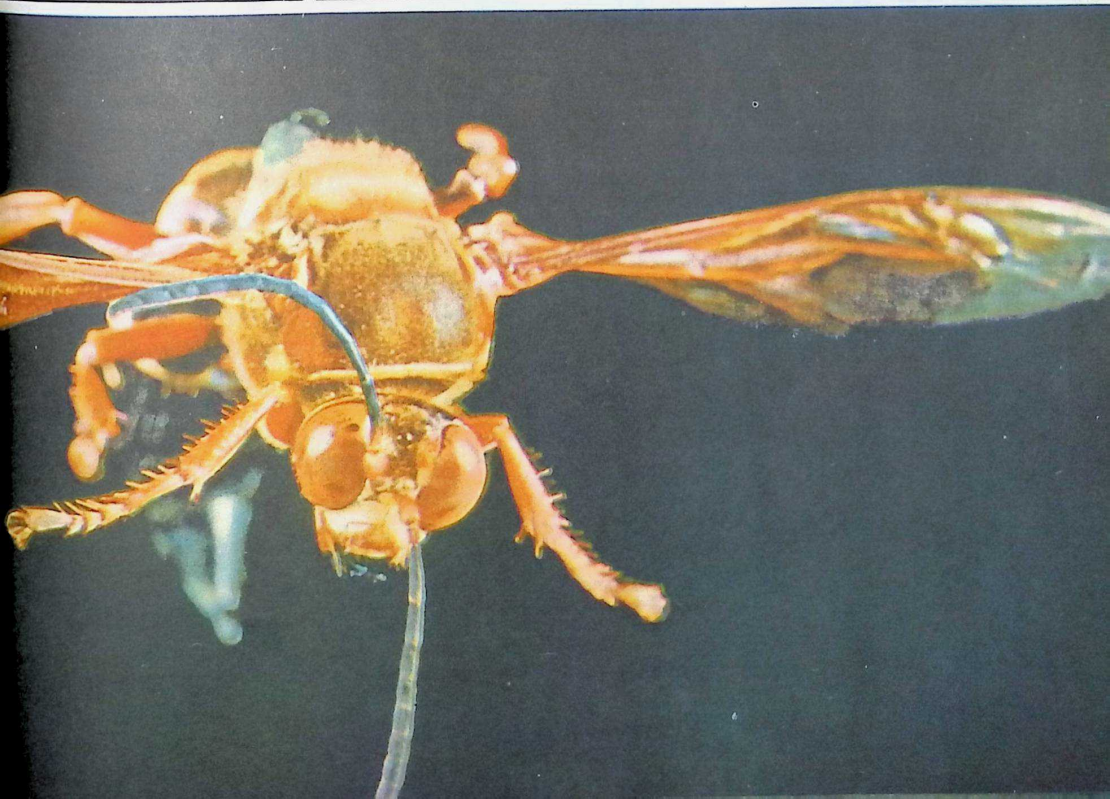
Комар летит, работая двумя крыльями. Один нервный импульс вызывает несколько последовательных взмахов. Поэтому комар взмахивает крыльями с очень высокой частотой.



Каждая пара длинных, стройных крыльев стрекозы действует независимо одна от другой. Когда передние крылья поднимаются, задние опускаются. Несмотря на примитивность такого устройства, стрекоза — одно из самых ловких летающих насекомых.

Роющая оса — убийца цикад — загребает воздух восьмеркообразными движениями крыльев, сцепленных, как у пчелы. Крылья поднимаются ребром (вверху слева), потом ударяют по воздуху лопаткой (вверху справа), затем они начинают изгибаться, готовясь к следующему взмаху (внизу).







На стебле золотой розги появляется на свет тля. Это «девственное рождение». За лето сменяется несколько поколений недолговечных самок, и каждая без оплодотворения дает до 100 маленьких тлей. Осенью тли спариваются и откладывают зимующие яйца, из которых весной выходит следующее поколение.

3

Чудо метаморфоза

Героиня книги «Алиса в стране чудес» пожаловалась Гусенице, что случившиеся с ней волшебные изменения роста привели ее в полное замешательство. Гусеница ответила, что в этом нет ничего странного.

«— Ну, может быть, вы пока еще не находите этого, — возразила Алиса, — но когда вы превратитесь в куколку — что, знаете ли, рано или поздно должно произойти, — а потом в бабочку, я смею думать, у вас немного закружится голова, не так ли?»

— Ничуть! — сказала Гусеница.

— Ну, возможно, ваши ощущения будут другими, — возразила Алиса. — Я знаю, что у меня, несомненно, закружилась бы голова.

— У тебя! — воскликнула с презрением Гусеница. — Кто такая ты?»*

Человеческий разум долго не мог постигнуть странного хода роста и развития многих насекомых — от яйца к червеобразной личинке и затем через неподвижную куколку к окрыленной взрослой особи. Более 2000 лет назад греческий философ Аристотель объяснял этот загадочный ряд превращений очень просто: «Личинка, пока она растет, — писал он, — представляет собой мягкое яйцо». Более верное представление о сложном жизненном цикле насекомых появилось всего несколько десятилетий назад: еще в прошлом веке гусеницу называли иногда «движущимся, растущим и питающимся яйцом».

Чудесное изменение формы, происходящее в ходе развития большинства насекомых (например, превращение неуклюжей гусеницы в легкокрылую бабочку), называется метаморфозом. Но уделять внимание лишь окончательному результату метаморфоза — появлению бабочки — значило бы осложнить понимание всего хода развития насекомого. Странно не то, что бабочка удивительным образом возникает из гусеницы: ведь бабочка это и есть окончательная форма насекомого. Странно другое: появление самой гусеницы —

* Кэрролл А., Алиса в стране чудес. Пер. с англ. А. Оленича-Гнененко, М., Детгиз. 1958.

НЕПОЛНЫЙ МЕТАМОРФОЗ



ЯЙЦА



МОЛОДАЯ НИМФА



НИМФА СТАРШЕГО ВОЗРАСТА



ВЗРОСЛАЯ ОСОБЬ

Если выходящее из яйца насекомое похоже на взрослую форму, до которой оно позже вырастет, и если рост происходит без куколочной (покоящейся) стадии, говорят, что насекомое в своем развитии проходит неполный метаморфоз. К таким насекомым относится американский капутный клоп (арлекин) из цимитиков. Хотя узор на его теле слегка изменяется по мере прохождения нескольких нимфальных линек и клоп наконец приобретает крылья, в основном это то же насекомое, каким оно появилось на свет.

этой необычной формы, сумевшей каким-то образом затесаться между яйцом и окрыленным взрослым насекомым. Таким образом, изменение формы происходит дважды: из традиционного, свойственного родителям плана строения, заложенного в яйце, в очень своеобразную гусеницу и из гусеницы — снова в родительскую форму, в бабочку. Только эта форма способна к оплодотворению и откладке яиц, то есть к продолжению вида. Как мог появиться такой замечательный жизненный цикл? Ясно, что подобный способ развития полезен для выживания — недаром около 87 процентов всех известных нам насекомых развили сложный метаморфоз из яйца в личинку, а затем через куколку во взрослую форму.

Всякое насекомое начинает свою жизнь с яйца. Внешняя оболочка яиц обычно довольно прочная, и яйца способны выдержать неблагоприятные условия. Их можно, например, заморозить, но после оттаивания они все же дадут живых насекомых. Яйцам некоторых видов не страшно даже разъедающее действие довольно сильных кислот. Форма и окраска яиц чрезвычайно разнообразны и иногда очень сложны. На многих есть бугорки или острые выросты. Поверхность яйца может иметь тонкие продольные, а иногда еще и поперечные ребра.

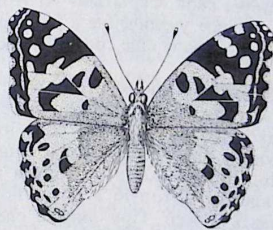
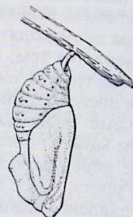
Процесс откладки яиц у насекомых очень различен. У африканской мухи цеце одновременно развивается только одно яйцо; личинка выходит из яйца внутри тела самки, там же растет и готовится к переходу в покоящуюся стадию. Сразу после рождения она превращается в куколку, из которой затем выходит окрыленное взрослое насекомое. На другом конце шкалы стоят термиты, далеко обогнавшие всех насекомых по количеству производимых яиц. «Царица» термитов откладывает ежедневно до 10 000 яиц. Потомством одной такой «царицы» может быть вся колония термитов, насчитывающая иногда миллионы особей.

Как правило, яйца начинают развиваться только после оплодотворения сперматозоидами самца. Однако существуют виды насекомых, у которых нет самцов или они очень редки, и яйца зрелой самки развиваются без оплодотворения. Один распространенный вид наездника, видимо, совершенно не нуждается в самцах: в лаборатории на протяжении многих поколений этого вида не удалось вывести ни одного самца, а в естественных условиях поймали лишь несколько самцов.

Яйцекладущий орган насекомых, так называемый яйцеклад, у многих видов незаметен, но у некоторых настоящих наездников, которым приходится прокалывать толстую кору, чтобы отложить яйца в живых, грызущих древесину личинок, он может достигать пятнадцати сантиметров в длину. Яйцеклады многих насекомых имеют ре-

жащие приспособления, так что эти насекомые могут откладывать свои яйца внутрь растений, служащих пищей или убежищем для молоди. У пилильщика, личинки которого живут в листьях или стеблях, яйцеклад пильчатый, а у длинноусых прямокрылых он похож на острое лезвие и легко входит в растительные ткани или почву. Яйца, откладываемые прямо на листья, в трещины коры или на камни, многие насекомые покрывают жидким секретом, который действует как быстросохнущий водонепроницаемый лак или клей и удерживает их на месте. Палочники делают из такой жидкости индивидуальный защитный футляр для каждого яйца. Самка богомола кончиком брюшка сбивает в пену большое количество вязкого секрета и, пока пена не затвердела, откладывает в нее яйца, создавая из пены капсулы со специальными «люками» для выхода будущих личинок. Златоглазка, коснувшись поверхности листа кончиком брюшка, выпускает каплю жидкости, которую затем, поднимая брюшко, вытягивает в тонкий стебелек; яйцо откладывается на вершину этой нитевидной подставки и кажется плавающим в воздухе. Некоторые комары склеивают яйца по несколько сотен в плотик. Удлиненные яйца толстыми концами направлены вниз, в результате чего основание плотика закруглено, как днище лодки. Если такой плотик в воде перевернется, то тут же возвращается в правильное положение, так как нижние концы яиц легко смачиваются, а верхние отталкивают воду.

ПОЛНЫЙ МЕТАМОРФОЗ



Существо, выходящее из яйца насекомого, может иметь одну из трех форм. У примитивных насекомых, например у чешуйниц, из яйца выходит маленькая копия родителей, которая затем вырастает до размера взрослой особи путем последовательных линек, разрывая шкурку, ставшую тесной, и выползая из нее. Таким образом, от момента выхода из яйца до самой смерти насекомое остается практически неизменным, за исключением лишь того, что все медленнее растет с течением времени.

При втором способе роста из яйца выходит миниатюрная взрослая форма, а нимфа — существо, во многих отношениях похожее на взрослое насекомое, но отличающееся от него некоторыми чертами. Например, даже у крылатых насекомых нимфы бескрылы. Многие из них выходят из яиц, отложенных в воду, и проводят всю жизнь под водой. Так живут нимфы равнокрылых и разнокрылых стрекоз. После нескольких линек, готовясь стать взрослыми, они выползают из воды, в последний раз разрывая шкурку и начинают дышать атмосферным воздухом. Небольшие грудные выросты оказываются теперь крыльями, и нимфы наконец превращаются во взрослых насекомых. Этот путь «яйцо — нимфа — взрослая

Если из яйца выходит насекомое, совершенно не похожее на окончательную, взрослую форму, и если эта личинка проходит через стадию куколки (иногда — в коконе), то для данного вида характерен полный метаморфоз. Бабочка-репейница появляется на свет гусеницей, затем превращается в куколку и только потом становится изрядным взрослым созданием, ничем, даже привычками и вкусами, не напоминающим медлительную, чистую гусеницу.

особь», на котором появление крыльев отмечает последний этап, называется неполным метаморфозом.

Третий способ роста — полный метаморфоз. В этом случае личинки, выходящие из яиц, всегда резко отличаются от взрослого насекомого, живут часто в другой среде, имеют иные повадки. Ротовые аппараты личинок обычно жующего типа, хотя взрослые могут иметь сосущие или колющие ротовые части. У личинок нет сложных глаз, свойственных их родителям. На брюшке могут быть «лишние» пары ног или же ноги вообще отсутствуют. Личинки имеют разные имена: так, личинок дневных и ночных бабочек называют гусеницами, личинок жуков-щелкунов — проволочниками. Прежде чем стать взрослыми насекомыми, все они должны пройти через стадию куколки.

Все животные растут и в процессе роста изменяются. Но если ребенок претерпевает серьезные изменения в ходе эмбрионального развития еще в утробе матери (изменения в период от рождения до зрелости не столь велики), то у насекомого основные перемены происходят после выплывания из яйца. Это объясняется тем, что насекомое растет за счет ряда быстрых и очень заметных увеличений в размере после каждой линьки. В довольно продолжительные периоды между линьками насекомое расти не может — его сковывает наружный скелет. Такие периоды кончаются внезапными «приступами» роста, после которых насекомое какое-то время сдвинуто, зажатое в своем бронированном футляре. Следует новая линька, и насекомое, избавившееся от жесткой старой оболочки, трансформирует свой «скрытый» до этого момента рост в заметное увеличение в размере, так как новый скелет поначалу еще способен растягиваться.

Итак, процесс линьки не столь прост, как покупка новой одежды выросшему ребенку. Ведь скелет насекомого по существу состоит из твердого наружного слоя и более эластичного внутреннего. Под ними находится тонкая подстилка из живых клеток, которую в известном смысле можно назвать кожей. При линьке специальные железы этой кожи выделяют секрет, растворяющий внутренний слой скелета. Одновременно под защитой внешнего покрова формируется совершенно новый, более просторный гибкий скелет, сжатый пока в гармошку. Наконец насекомое разрывает старую оболочку и выходит на свет в новом костюме, измятом и мягком, который вскоре расправляется и затвердевает.

Процесс линьки, как и многие другие процессы роста насекомых, управляется гормонами. Когда приближается пора линьки, специальные железы, не имеющие никаких протоков и расположенные в голове, выделяют гормон. Разносятся

кровью по всему телу, он активизирует деятельность личинных желез и рост нового скелета. Это было доказано впрыскиванием крови насекомого, готового к линьке, другому, еще далекому от нее: насекомое, получившее инъекцию, преждевременно сбросило свою шкурку.

Различия между гусеницей и бабочкой, личинкой мухи и взрослой мухой, личинкой жука и жуком в дальнейшем устраняются. Эффективный переход всех этих червеобразных форм к родительскому облику происходит на стадии куколки. Ее название обусловлено тем, что многие насекомые на этой стадии напоминают куклу или спеленутого младенца (кстати, применяемый энтомологами латинский термин «рира» тоже означает «кукла»). Стадию куколки часто называют еще покоящейся стадией, но это неверно. Хотя почти все куколки и кажутся безжизненными, похожими на мумии, под их неподвижным покровом постоянно происходят перемены. В этот период бурной биологической активности рождается форма взрослого насекомого — с ротовыми частями, ногами и крыльями.

Завершив свой рост, личинка перестает питаться. Теперь она может сплести шелковый футляр и застыть в кажущейся неподвижности, как куколка ночной бабочки в коконе, или пройти необходимую перестройку просто под защитой своей ничем не покрытой кожи, как хризалида* дневной бабочки. Куколки некоторых насекомых, например кровососущих комаров и комаров-звонцов, активно передвигаются, но большинство куколок неподвижно: недаром идущих на корм птиц, заключенных в коконы куколок муравьев называют, хотя и неправильно, муравьиными яйцами.

Хотя куколки кажутся безжизненными, внутри них идет коренная перестройка всех тканей. Так, у куколки бабочки исчезают ноги, которые были на брюшке гусеницы. Вместо них в грудном отделе, на месте коротких толстых ног, появляются новые, длинные и тонкие, свойственные взрослому насекомому. Жующие ротовые части заменяются сосущими; развиваются две пары крыльев и органы размножения; преобразуется почти вся мышечная система. На некоторых этапах уничтожения старых структур и создания новых большая часть содержимого куколки становится жидкой.

Хотя сущность этих превращений издавна привлекала интерес исследователей, весь процесс метаморфоза насекомых понятен нам еще далеко не полностью. Только в последние десятилетия ученые выявили некоторые замечательные факты о развитии насекомых и о роли гормонов в их жизненном цикле. Вскоре после того, как яйцо оплодотворено и клетки приступили к делению, про-

* Так называют иногда куколок некоторых дневных бабочек. — *Прим. ред.*

исходит необыкновенная вещь: от участка яйца, где в дальнейшем разовьется грудной отдел насекомого, по зародышу распространяется так называемая волна детерминации. словно театральный режиссер, она организует группы клеток, которым суждено сыграть в жизни личинки различные роли. Следующая за ней вторая волна настраивает другие клетки на роли, которые они будут играть в теле куколки и взрослого насекомого. В результате образуются скопления «взрослых» клеток, которые называют имажинальными дисками. Таким образом, в формирующейся гусенице заложено два самостоятельных плана роста: один, по которому она продолжает расти, чтобы стать гусеницей, и другой, который вступит в силу, лишь когда гусенице придет время превращаться в бабочку.

Разделение клеток на личиночные и взрослые происходит на очень ранней стадии. Например, у комнатных мух и плодовых мушек его можно заметить уже через семь часов после начала развития оплодотворенного яйца. Хотя эмбрион на этой стадии кажется просто шаром из клеток, в нем уже заложен план строения двух будущих организмов — личинки и куколки-взрослого. Столь раннее разделение клеток с разными индивидуальными потенциями позволяет понять, как личинкам насекомых удалось выработать такие необычные адаптации и развиваться путями, резко отличными от путей эволюции взрослых форм. Эта параллельная эволюция привела к поразительной специализации разных насекомых и значительно увеличила их приспособляемость. Взрослое насекомое может следовать одним эволюционным путем, а личинка — другим, но это мало влияет на взрослую форму.

Клетки, предназначенные для образования личинки, быстро проходят свой путь развития. Из яйца выходит микроскопическая личинка, бескрылое создание, основная задача которого — поглощать пищу. Личинка растет, несколько раз линяет. Увеличение ее размера идет не за счет увеличения количества клеток, а за счет роста размеров тех клеток, с которыми она появилась на свет: у зрелой личинки обычно не больше личиночных клеток, чем у только что вышедшей из яйца, хотя она может быть во много тысяч раз крупнее. Личинка жадно поглощает пищу, линяет, спасается от врагов, и все это время она несет в себе скопления взрослых, имажинальных дисков — группы клеток, которые не принимают участия в жизнедеятельности личинки и развитие которых постоянно сдерживается.

Но когда гусеница, личинка жука или мухи вступают в стадию куколки, их личиночные клетки начинают отмирать. И вот тут-то и происходит всплеск размножения взрослых клеток. В отличие от личиночных взрослых клетки растут не за счет увеличения размеров, а за счет деления. Ис-

пользуя мертвые личиночные клетки как субстрат, они развиваются в специализированные органы. Личиночные ткани заменяются кукольными, которые через некоторое время превращаются в ткани и органы взрослого насекомого.

Ясно, что этими сложными процессами растворения личинки и воссоздания куколки и взрослого насекомого, то есть сборки практически нового организма из старого сырья, должен управлять какой-то контрольный центр. Исследования показали, что, как и в случае линьки, ключевую роль здесь играют гормоны, вырабатывающиеся в головке насекомого. Один из этих гормонов вызывает в грудном отделе личинки секрецию другого гормона, который пробуждает спящие скопления кукольно-взрослых клеток. И он же регулирует выработку первого гормона — воздействуя на мозг, управляет его секрецией. Эти гормоны роста и развития управляют, таким образом, многими процессами в жизни насекомого: они указывают, когда линять, когда заканчивать личиночную стадию, когда переходить из стадии куколки во взрос-

Но что управляет гормонами? Что сдерживает их до нужного момента, препятствуя преждевременному превращению крошечной гусеницы в карликовое взрослое насекомое? Непосредственно за мозгом насекомого ученые нашли пару желез и назвали их прилежащими телами (*согорта allata*). Эти железы обнаружены у всех насекомых с полным метаморфозом. Методом микрохирургии исследователям удалось удалить прилежащие тела у живых личинок. Сразу после такой операции личиночной жизни гусениц приходит конец. На какой бы стадии развития ни застали их эта операция, при очередной линьке гусеницы ткут карликовые коконы, из которых выходят затем в виде миниатюрных взрослых насекомых. Таким образом, удаление прилежащих тел прерывает молодость насекомого и преждевременно превращает его в мир «взрослых». Поскольку секрет этих желез поддерживает насекомое в незрелом состоянии, его назвали ювенильным гормоном*.

И наоборот, пересадка прилежащих тел зрелой личинке, готовой к окукливанию, омолаживает ее. Личинка до поры, до времени задерживает метаморфоз и продолжает расти, пока не превратится в конце концов в гигантское взрослое насекомое. Считают, что именно такой процесс проходил естественным путем 300 миллионов лет назад, когда существовали насекомые с размахом крыльев до 75 сантиметров.

Когда личинка созревает, прилежащие тела прекращают выработку ювенильного гормона и группы кукольно-взрослых клеток насекомого осво-

* От латинского *juvenilis* — юношеский, молодой. — *Прим. перев.*

бождаются от его сдерживающего действия. Они немедленно приступают к росту и дифференциации, образуя органы куколки. В это же время личиночные клетки получают специальный гормон, вырабатываемый в грудном отделе, который сообщает им, что пора погибнуть, превратившись в сырье для построения взрослого организма.

Когда столь глубокие перестройки внутри куколки закончились и преобразованное насекомое готово выйти на свет, происходит последняя линька насекомого — сбрасывание кукольной оболочки. Далеко не для всех это просто. У куколок некоторых мух на лбу есть специальный пузырь; перед выходом взрослого насекомого он начинает надуваться, оболочка куколки лопается и муха освобождается. Это единственная функция лобного пузыря; после выхода мухи он опадает и втягивается в голову. Окукливающиеся в коконе ночные бабочки секретируют жидкость, которая размывает конец их шелковой камеры. Гусеницы некоторых сатурний не склеивают нити на одном из концов кокона, а свивают из них конус. Получается как бы «верша наоборот», в которую нельзя войти, но из которой можно выйти. Нити кокона расположены так, что враги не могут пролезть в него, а бабочка легко выходит.

Выходящее из куколки взрослое насекомое еще не совсем сформировано. Оно мягко и беспомощно. Крылья бабочки похожи на сложенные парашютики; с такими висющими крыльями она взбирается по стеблю. Через несколько минут благодаря давлению крови и мышечным сокращениям крылья разворачиваются, как листья, рвущиеся из почек. Минут через 20 они уже полностью развернуты, но еще влажны и мягки. Лишь часа через два крылья бабочки станут прочными и приобретут все свойственные им оттенки. Окраска некоторых насекомых достигает полной яркости только через несколько дней или даже недель. Тем временем окончательно отвердевают ноги, усики и другие наружные части тела. Наконец, приняв нормальную форму, взрослое насекомое несколько раз взмахивает своими новыми крыльями и улетает. Оно прошло до конца долгий путь развития и не будет больше ни расти, ни линять. Распространенное мнение, будто мелкие мушки вырастают потом в больших, неверно: просто они принадлежат к разным видам, хотя внешне и схожи между собой.

Полет — неотъемлемая способность большинства взрослых насекомых, независимо от того, длится ли их жизнь месяцы или всего несколько часов. Того, кто наблюдал за полетом разных насекомых, более всего впечатляют их массовые перелеты. Стаи саранчи приносили несчастье многим народам, особенно в Южной Америке, Африке и на Ближнем Востоке. Саранча была одним из де-

сяти бедствий, которые Иегова, согласно библейской легенде, наслал на фараона. Неумолимое наступление черной тучи этих насекомых-разрушителей описано в Библии (книга пророка Иоиля): «День тьмы и мрака, день облачный и туманный: как утренняя заря распространяется по горам... Пред ним пожирает огонь, а за ним палит пламя; перед ним земля как сад Едемский, а позади его будет опустошенная степь, и никому не будет спасения от него».

Названием «саранча» объединяют несколько (около семи) видов короткоусых прямокрылых, которые время от времени дают внезапную вспышку размножения и предпринимают массовые миграции. По пятам за ними обычно следует отчаяние и голод. В Восточной Африке наблюдали стаю саранчи более тридцати метров толщиной и около полутора километров шириной, летевшую мимо наблюдателей со скоростью десять километров в час в течение девяти часов. Если ветер благоприятствовал, пустынная саранча появлялась и в Англии, начав свой путь по крайней мере за 3000 километров отсюда, — видимо, в Южном Алжире.

Нашествия саранчи возникают, казалось бы, без видимых причин. В обычных условиях особи саранчи живут одиночно, принося не больше вреда, чем обычные кузнечики. И лишь в 1921 году ученые обнаружили, что стадная и одиночная саранча — один и тот же вид. Это не удивительно: стадная фаза отличается от одиночной и цветом, и строением, и поведением.

Что же заставляет рассеянную популяцию превращаться в стаю, насчитывающую миллиарды особей, каждая из которых за день съедает столько же растительности, сколько весит сама? Одним из ключей к разгадке этой тайны стало открытие, что одиночную саранчу можно превратить в стадную, просто выращивая ее в условиях скученности. Секрет опять-таки кроется в действии гормонов. У многих насекомых, в том числе у саранчи, развитие яиц контролируется все теми же прилежащими телами, которые выделяют ювенильный гормон. Оказалось, что присутствие большого количества зрелых самцов саранчи (в условиях скученности) ускоряет созревание самок. Вещество, выделяемое самцом, стимулирует у самки выработку гормона, ускоряющего процесс созревания. Если выращивать самок саранчи в отсутствие самцов, многие из их яиц совсем не вызревают, а тем, что вызревают, требуется для этого около 28 дней. Если же самок выращивать вместе со зрелыми самцами, все их яйца развиваются примерно за 14 дней.

В этом влиянии скученности на физическое развитие самки и кроется суть разгадки. Для возникновения стаи требуется всего лишь, чтобы благоприятный сезон сменился неблагоприятным.

В удачный сезон, когда пищи много, популяция одиночной саранчи, естественно, возрастает. Если следующий сезон окажется плохим, большая разбросанная популяция неизбежно сконцентрируется в тех немногих местах, где еще осталась пища. В условиях перенаселенности бурно идет созревание самок и их яиц, происходит «популяционный взрыв» и возникает стая саранчи.

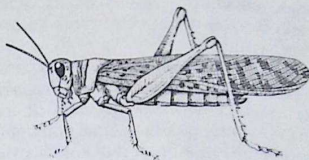
Обычно считают, что насекомые живут недолго. Это не совсем так. Некоторые виды насекомых действительно отличаются малой продолжительностью жизни: например, есть тли, которые всего за шесть дней становятся взрослыми, еще четыре или пять дней размножаются, а затем умирают. Есть насекомые, самцы которых во взрослой стадии живут всего несколько часов, хотя их развитие до этой стадии продолжается месяцами. На другом конце шкалы — очень долго живущие виды: «царицы» термитов, например, могут жить десятки лет.

В умеренных зонах большинство насекомых дают всего одно поколение в год, хотя есть и такие, которые успевают размножиться два, три и даже более раз. Тропические виды размножаются, как правило, непрерывно, и поколения накладываются одно на другое. Но многие насекомые на некоторых стадиях жизни приостанавливают свой рост: входят в так называемую диапаузу.

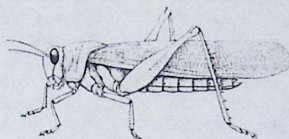
Для выживания многих насекомых диапауза имеет огромную ценность. Пример — годичный цикл тутового шелкопряда: эти насекомые переживают зиму в виде яиц, весной вылупляются гусеницы, которые быстро превращаются в куколок, а затем во взрослых. Взрослые бабочки откладывают яйца, из которых вскоре, уже в начале лета, выйдут гусеницы. Бабочки, вышедшие из этой второй кладки яиц, тоже откладывают яйца, но осенью. Эта кладка перезимовывает и дает гусениц только следующей весной.

Как получается, что яйца, отложенные летом, дают гусениц почти сразу, а отложенные осенью входят в зимнюю диапаузу? Ясно, что это выгодно для шелкопряда, так как яйца в отличие от взрослых бабочек способны переносить зимние холода. Но как бабочка шелкопряда узнает, что пора отложить специальные, зимующие яйца? Дело здесь не в какой-то загадочной «прозорливости» шелкопряда, а в том, что с приближением осени меняется соотношение продолжительности дня и ночи. Бабочки, которые откладывают зимующие яйца, созревают в то время года, когда дни длиннее ночей, и способны передать производимым яйцам нечто такое, что задерживает выход гусеницы. Как доказали исследователи, это «нечто» — еще один гормон, вырабатываемый в организме самки. Видимо, он не влияет на личинку и взрослое насекомое, а оказывает действие только на яйца, задерживая развитие эмбриона.

ДВА ОБЛИКА ОДНОГО НАСЕКОМОГО



СТАДНАЯ ФАЗА САРАНЧИ



ОДИНОЧНАЯ ФАЗА САРАНЧИ

Стадная саранча отличается от одиночной более темным телом и темными пятнистыми крыльями. Согласно одной, еще не подтвержденной теории, это объясняется тем, что стадные тифы едят больше, чем могут переработать, и излишние отходы превращаются в темный пигмент тела.

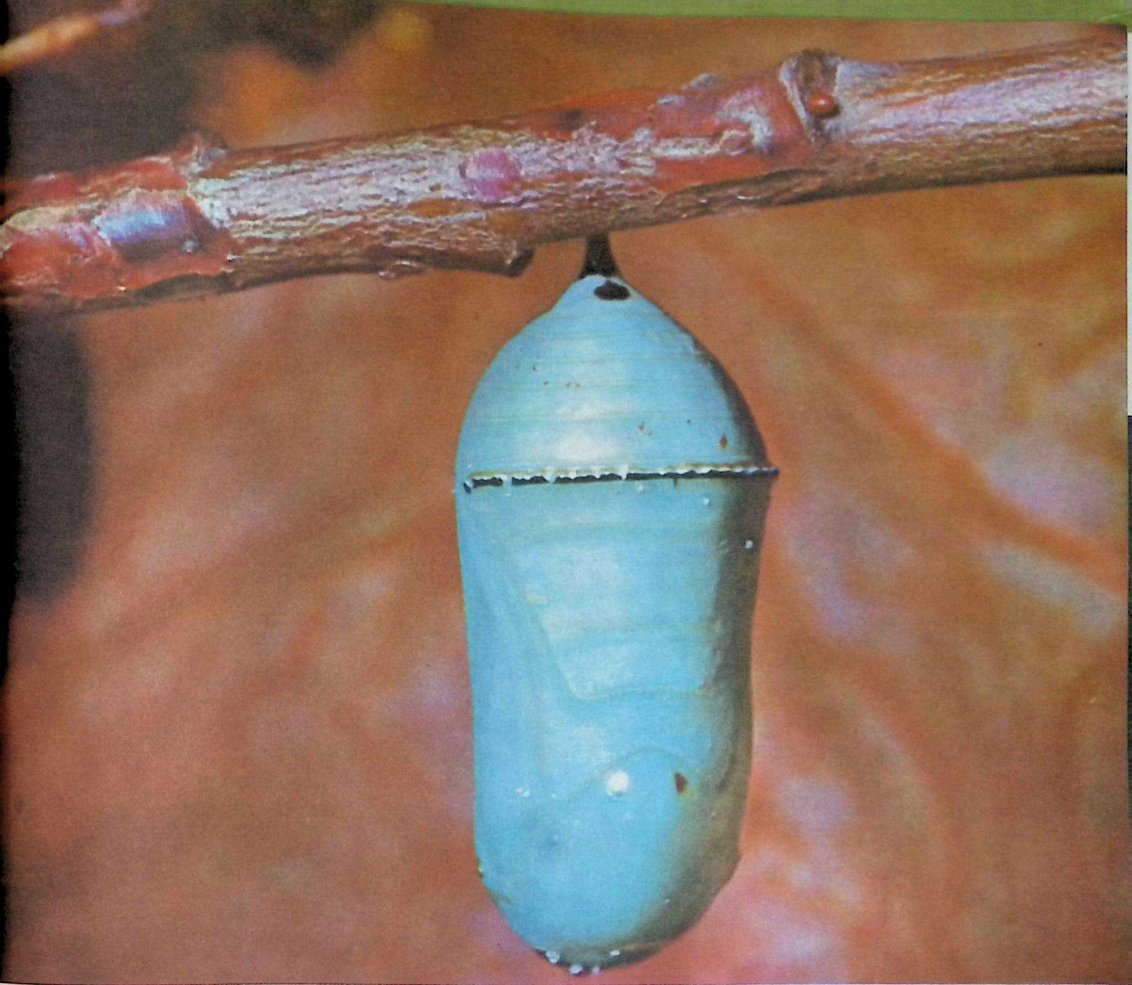
Итак, жизнь и рост насекомого управляются совместным действием многих тонких механизмов. Постоянно подчиняясь гормонам, реагируя на такие стимулы, как температура и свет, и даже на присутствие других видов, насекомые на любой стадии жизни следуют строгим ритуалам, сложившимся на протяжении миллионов лет. Повернуть против насекомого особенности его собственного жизненного цикла — лучший из всех возможных способов уничтожения насекомых-вредителей. В этой области ведутся многочисленные исследования.

Например, заманчиво было бы использовать ювенильный гормон, чтобы предотвратить превращение личинок во взрослых особей, а следовательно, дальнейшее размножение популяции. Производя этот гормон в больших количествах, можно будет опрыскивать им незрелые формы насекомых — они, видимо, погибнут, не завершив метаморфоза. Подобным же образом, если бы мы нашли способ нейтрализовать действие гормона скучивания, можно было бы предотвращать образование стай саранчи. Во многих районах мира методом вмешательства в размножение уничтожен опасный вредитель — муха *Cochliomyia ho-*

minivorax. Поскольку самка этой мухи спаривается лишь раз в жизни, жизненный цикл вредителя нетрудно прервать. Ученые выпустили огромное количество стерильных самцов, которые конкурировали с нормальными, плодовитыми. В тех случаях, когда самки спаривались со стерильными самцами, они откладывали только неоплодотворенные яйца, в результате чего следующее поколение мух оказалось значительно меньше обычного. Операция была повторена на сократившемся поколении, затем на следующем, еще меньшем, пока окончательно не исчезли молодые самки*.

Такой метод борьбы с вредителями имеет очень важное преимущество. Насекомые часто приобретают устойчивость к инсектицидам, но едва ли у них может выработаться защита от самих себя. Возможно, именно в чрезвычайно сложных жизненных циклах насекомых удастся найти еще немало уязвимых мест и использовать их для разработки новых способов уничтожения вредных видов.

* Идея и теоретические основы этого метода борьбы разработаны советским генетиком А. С. Серебровским в 1939—1940 годах. — Прим. перек.



С веточки свисает просвечивающая куколка бабочки-данаиды. Кажется, что она погружена в сон, но проходит двенадцать дней, и ее перестроившиеся клетки образуют крылатую взрослую особь.

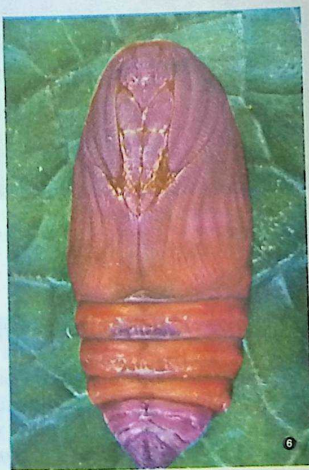
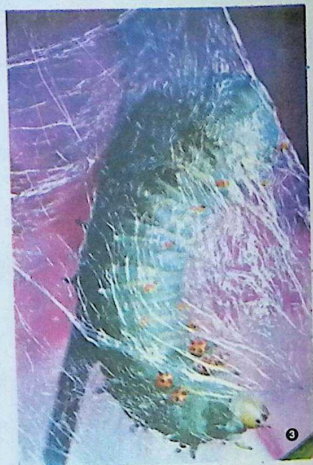
ПРЕВРАЩЕНИЕ ФОРМЫ

Все насекомые в процессе развития проходят через удивительное преобразование тела, называемое метаморфозом. Жирная, ползающая гусеница, созданная только для того, чтобы есть, превращается в грациозную бабочку, способную далеко улететь от своего укрытия-кокона в поисках брачного партнера или подходящего места для откладки яиц. Недавно проведенные эксперименты показали, как происходят некоторые из этих изменений.

Тайна возникновения бабочки

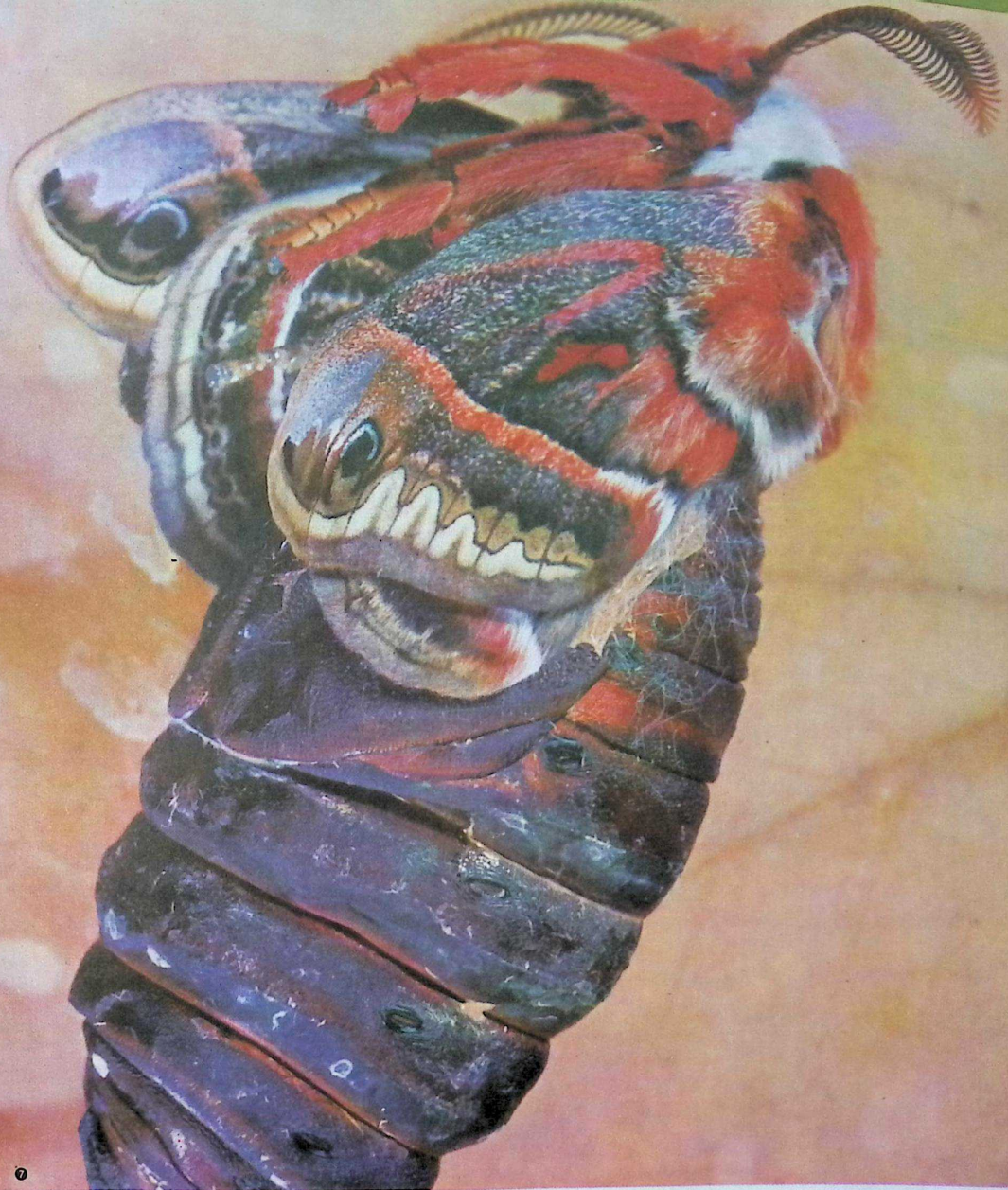
Превращение гусеницы в бабочку — одно из самых известных биологических явлений, и все же еще сравнительно недавно оно было и одним из наименее понятных. Из яйца, отложенного бабочкой, выходит маленькая гусеница, шесть-восемь недель жадно питается и, наконец, достигнув зрелости, превращается в толстого червяка длиной около 10 сантиметров. Выросшая личинка

вьет затем кокон и окукливается внутри него. За период покоя куколка каким-то образом перестраивается, становится взрослой бабочкой, которая позже находит себе партнера для спаривания и цикл повторяется. Но как совершается эта невероятная перемена формы и функции тела? Очень тонкие эксперименты последних двух десятилетий объяснили эту загадку.



На снимках показана часть жизненного цикла бабочки-сатурнии — от яйца до куколки. Из яйца через 10 дней после того, как оно было отложено, выходит гусеница (1). Поменяв свой цвет на зеленый, маскирующий ее на листе, она быстро

растет, четырежды линяя (2). Кокон она вьет из шелковых нитей, выделяемых видоизмененными слюнными железами (3). Снимки 4, 5 и 6 показывают развитие куколки (кокон удален).



7

Бабочка, выходящая из куколки (7). Сухая шкурка начинает лопаться с переднего конца, и бабочка высовывает голову. Затем, помогая себе ногами, она выбирается и высвобождает свои бархатные, плотно сложенные крылья. Кровь расправляет их.

и бабочка улетает. Зрелая бабочка этого вида — создание, целиком предназначенное для размножения. Она не способна принимать пищу и живет лишь до тех пор, пока не отыщет полового партнера и не спарится.

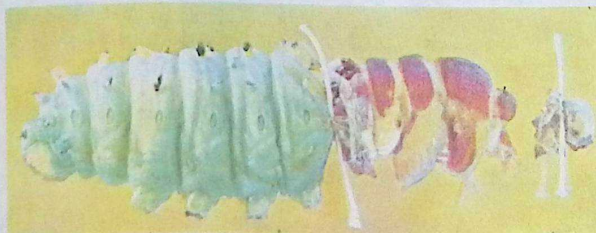
Ключ к разгадке тайны скрыт в куколке

В 1942 году молодой биолог Гарвардского университета (США) Коррол Уильямс начал блестящий эксперимент — настоящее научное следствие, значительно продвинувшее науку к решению загадки метаморфоза. Работая с павлиноглазкой некронией, Уильямс очень скоро понял, что центр, управляющий метаморфозом, находится в передней части тела животного. Если перерезать куколку посередине, передняя часть будет продолжать развитие и превратится в половинку бабочки,

а задняя останется куколкой. Но что именно в головном отделе вызывает такое превращение? Своими экспериментами Уильямс выявил два взаимосвязанных гормональных центра — один в голове, другой в груди. Дальнейшие опыты показали, что повышение температуры воздуха в первые теплые дни весны способствует выработке гормона, который дает сигнал к началу преобразования спящего насекомого.



Чтобы доказать, что без гормонов гусеница не может развиваться, Уильямс туго перевязал ее, изолировав сначала голову от груди, а затем голову и грудь от брюшка. Разделенная таким образом гусеница не погибла, но не приступила к метаморфозу.



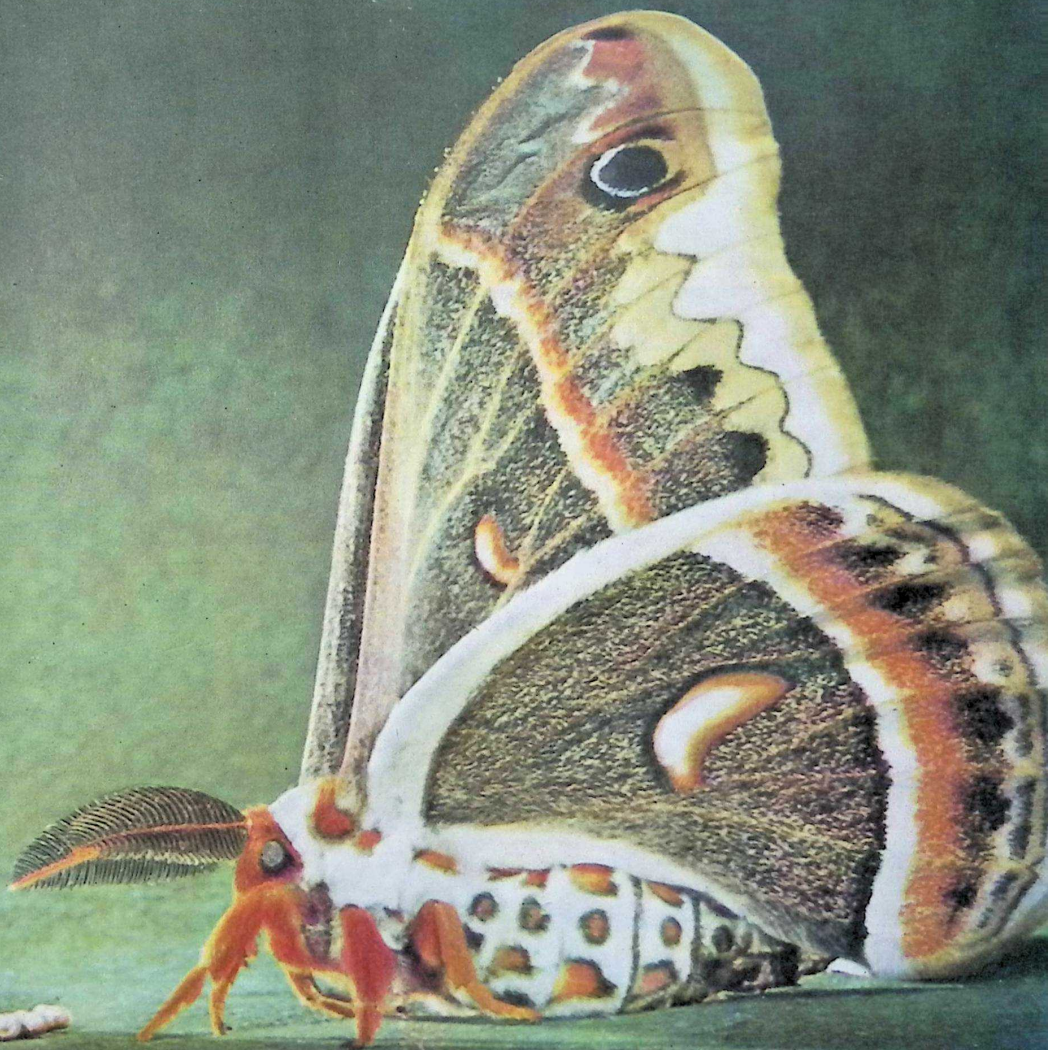
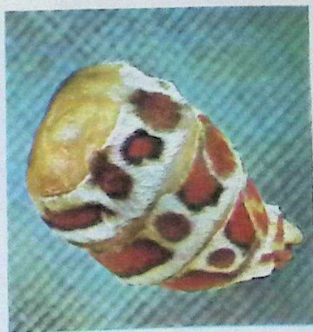
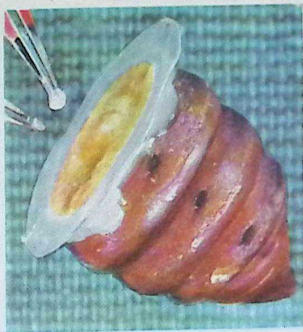
Развитие начинается, если есть хотя бы один гормон. Насекомое было перевязано после того, как началось поступление головного гормона, но до того, как стал вырабатываться грудной гормон. Грудной отдел развился, но брюшко, не получив стимула от грудного центра, осталось неизменным.



У этой гусеницы головной и грудной отделы были изолированы уже после того, как выделились оба гормона. Эксперименты доказали, что головной гормон стимулирует выработку грудного гормона, а тот в свою очередь вызывает метаморфоз.



Обезглавленная самка полностью созревает и откладывает яйца. Когда головной и грудной гормональные центры помещают в брюшко куколки и поврежденный конец брюшка запечатывают слоем пластмассы, оно развивается в полностью функционирующий задний отдел тела взрослой бабочки (два снимка справа). Этот фрагмент самки не только привлекает нормального самца, но может быть оплодотворен и отложить яйца (снимок внизу).



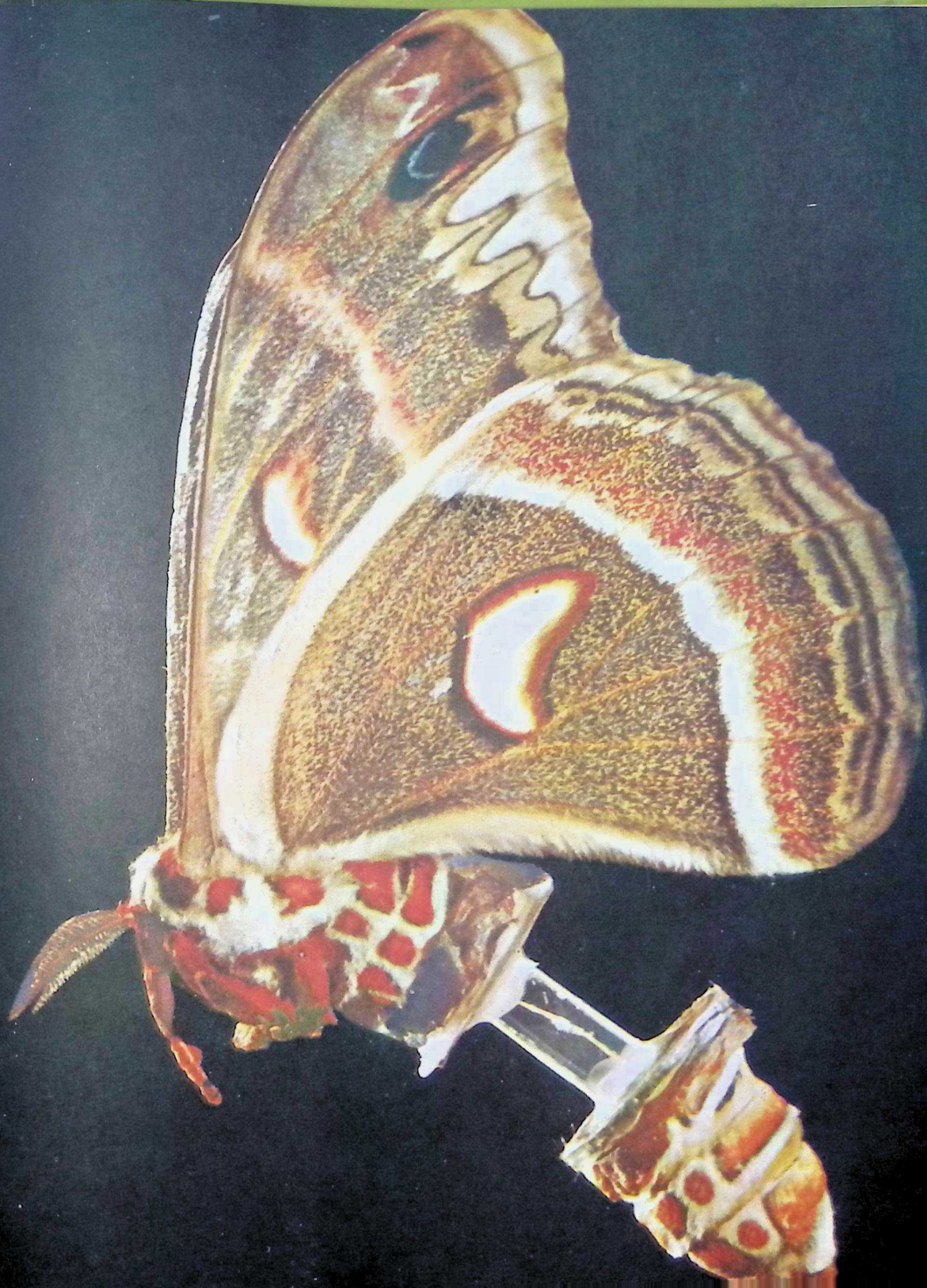


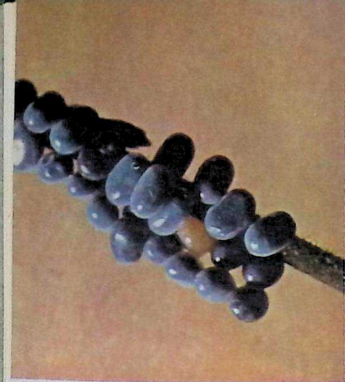
На рассеченных пополам куколках проверяется влияние поврежденных на метаморфоз. Для сравнения Уильямс использовал четыре совершенно одинаковые по возрасту куколки. Слева направо: целая куколка, куколка разрезана пополам и поверхности среза покрыты слоем пластмассы, куколка разрезана и ее половинки соединены маленькой пластмассовой трубочкой, наконец, у последней куколки половинки соединены пластмассовой трубочкой с лежащим внутри шариком, который должен мешать тканям прорасти через трубочку.



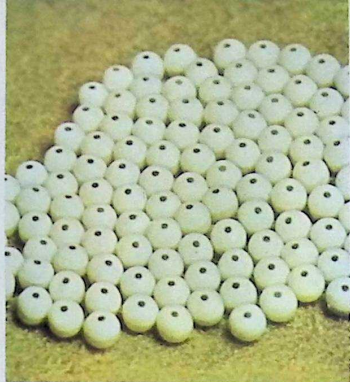
Результаты эксперимента видны уже через месяц. Первая куколка развилась нормально. У второй передний конец прошел метаморфоз, а задний — нет. У третьей раны за lànhались и через трубочку проросла живая ткань — образовался мостик, по которому гормон проник в заднюю часть тела. Обе половинки тела развились. У четвертой, где движение шарика мешало тканям расти, развития не произошло. Из этих экспериментов Уильямс сделал вывод, что метаморфоз начинается только после того, как заживаются повреждения.

Опыт прервался из-за того, что третья куколка, ставшая бабочкой, расправила крылья и взлетела. Хотя развились обе части тела, тонкий тканевый мостик в трубочке не выдержал напряжения и насекомое погибло.





БЕРЕЗОВЫЙ ШЕЛКОПРЯД



БАБОЧКА-ХОХЛАТКА



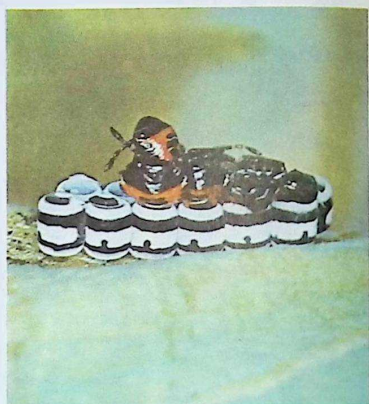
БАБОЧКА-ГОЛУБЯНКА



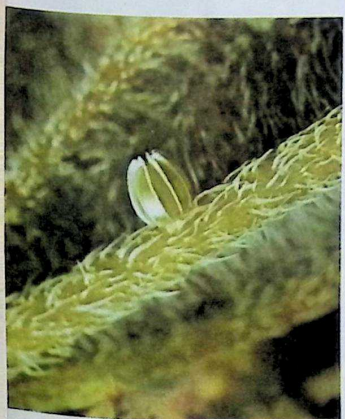
САТУРНИЯ ИО



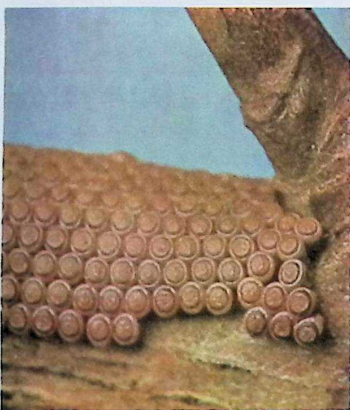
КЛОП-ЩИТНИК



КЛОП-АРЛЕКИН



БАБОЧКА-РЕПЕЙНИЦА



БАБОЧКА *ALSOPHILA POMETARIA*



БОЖЬЯ КОРОВКА

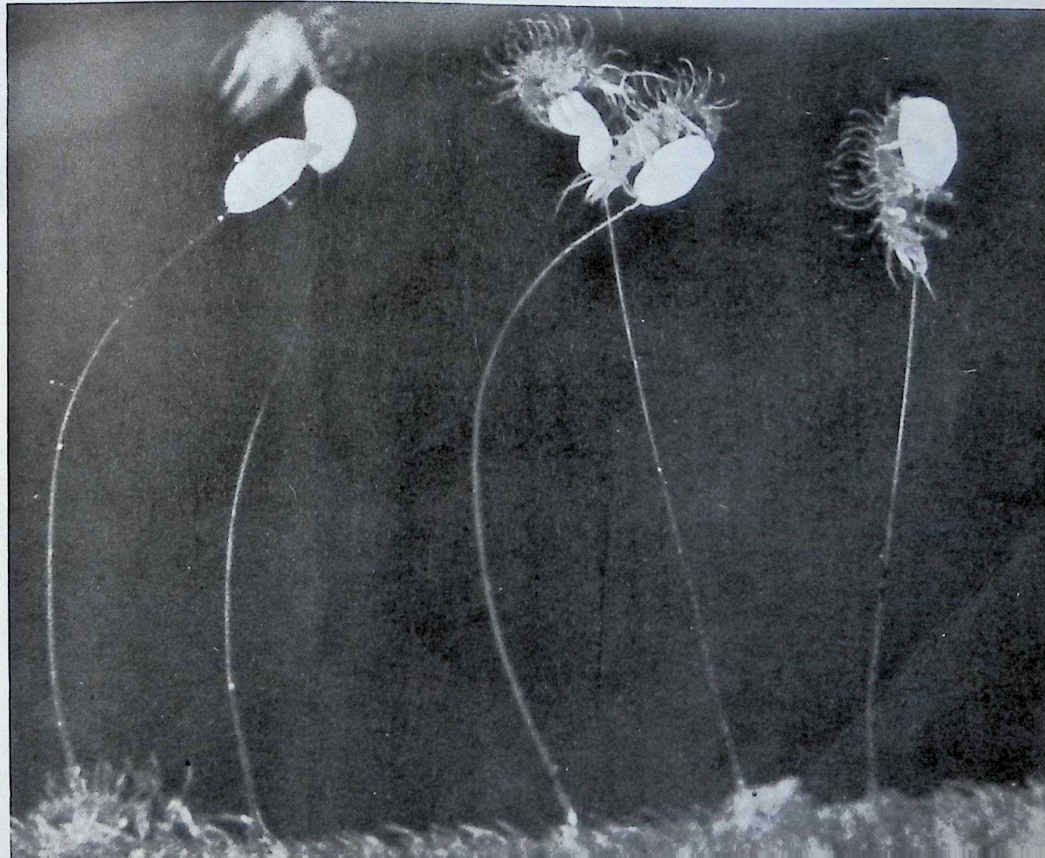
Изобилие яиц

Если бы на нашу Землю прибыл инопланетянин, задавшийся целью переписать всех землян, каких только можно разглядеть без микроскопа, он записал бы, что основная форма наземной жизни по абсолютной численности — это яйцо насекомого. Плодовитость насекомых ошеломляющая. В среднем за свою короткую жизнь самка откладывает 100—200 яиц, но комнатная муха дает тысячу, а долго живущая «царица» термитов — миллионы яиц. И все же большинство из нас никогда не видело яиц насекомых. Дело в том, что они откладываются в укромных, защищенных местах, где личинки будут ближе к пище. Кроме того, яйца очень малы — самое крупное чуть более полусантиметра. Несмотря на столь малые размеры, яйца многих видов имеют особую, свойственную только им окраску и строение.



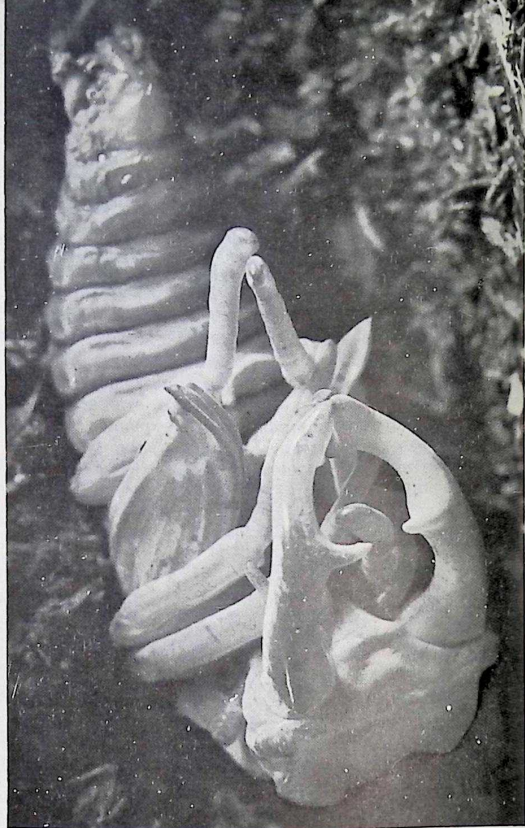
Детеныш таракана выбирается из яйца. Тараканы откладывают по 30—40 яиц в общей капсуле (она показана на снимке). Самка носит эту капсулу на брюшке, пока не найдет для нее подходящего укромного места.

Яйца златоглазки подвешены на ниточки-подставки для того, чтобы личинка, вышедшая первой, не пожрала остальные яйца.





Белая личинка жука, извлеченная из прогнившего бревна, мало похожа на взрослую форму (см. стр. 73). Питалась гниющим деревом, личинка медленно жиреет.



Странно выглядит куколка жука, показанная здесь без защитного футляра, который личинка делает из кусочков дерева. Ей уже свойственны многие черты взрослого жука, медленно формирующиеся под ее оболочкой.

Метаморфоз гигантского насекомого

Словно какая-то допотопная военная машина, жук-олень пробирается по опавшей листве, разыскивая самку. Его огромные челюсти задраны вверх, он готов бороться с любым самцом-соперником. Жизнь его коротка, он скоро погибнет, встретив более сильного врага или просто от старости.

В основных чертах жизненный цикл жука-оленя напоминает развитие нежной бабочки. Он начался около четырех лет назад, когда в гниющую сердцевину старого дерева было отложено яйцо. Из него вышла личинка; она медленно росла, толстела, а затем превратилась в куколку. В куколке

большая часть тканей личинки распалась, образовав что-то вроде супа из отдельных клеток. Остались лишь немногие органы, например дыхательный аппарат и кровеносная система, чтобы неизмененными перейти к взрослому насекомому. Из «супа» постепенно стали возникать новые ткани взрослого животного, складываясь в органы вокруг микроскопических скоплений клеток — так называемых имажинальных дисков, перешедших к куколке от личинки. Примерно через месяц этих удивительных, почти алхимических превращений мягкотелый белый червяк полностью преобразуется в покрытого броней жука.



Клыкастое чудовище — взрослая форма европейского жука-оленя, названного так из-за огромных ветвистых челюстей, напоминающих оленьи рога. Длина «чудовища» — свыше семи санти-

метров. Несмотря на огромный размер, клещи самца довольно слабы. У самки челюсти короче, но сильнее — она может уку-
сать палец до крови.

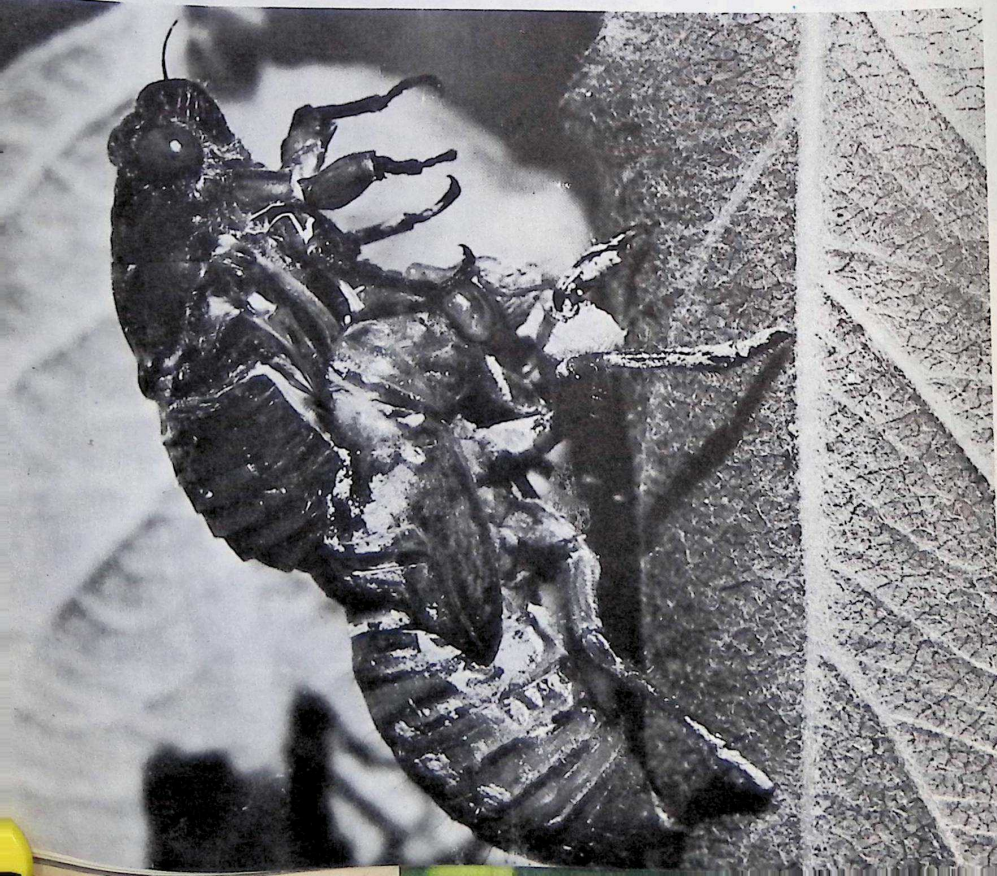


Семнадцать лет во тьме

Семнадцатилетняя, или периодическая, цикада встречается только в США и относится к сравнительно небольшой группе насекомых, которые имеют неполный метаморфоз. Ее незрелая форма, называемая нимфой, очень сходна со взрослой цикадой, хотя и меньше ее. Миллионы нимф живут под землей, высасывая соки из корней деревьев и дожидаясь весны своего семнадцатилетия. Тогда нимфы все сразу выходят на поверхность, взбираются на кусты или деревья и линяют, превращаясь в огромную стаю крылатых насекомых. В отличие от саранчи эти насекомые не уничтожают листву растений, а надрезают их молодые веточки, чтобы отложить яйца. Вышедшие из яиц личинки падают на почву и закапываются на следующие 17 лет.

Отверстия в земле оставлены выбравшимися наружу нимфами цикады. На снимке видны мертвые насекомые — остатки стаи. В отличие от взрослых цикад нимфы бескрылы, а их сильные передние ноги приспособлены для рытья.

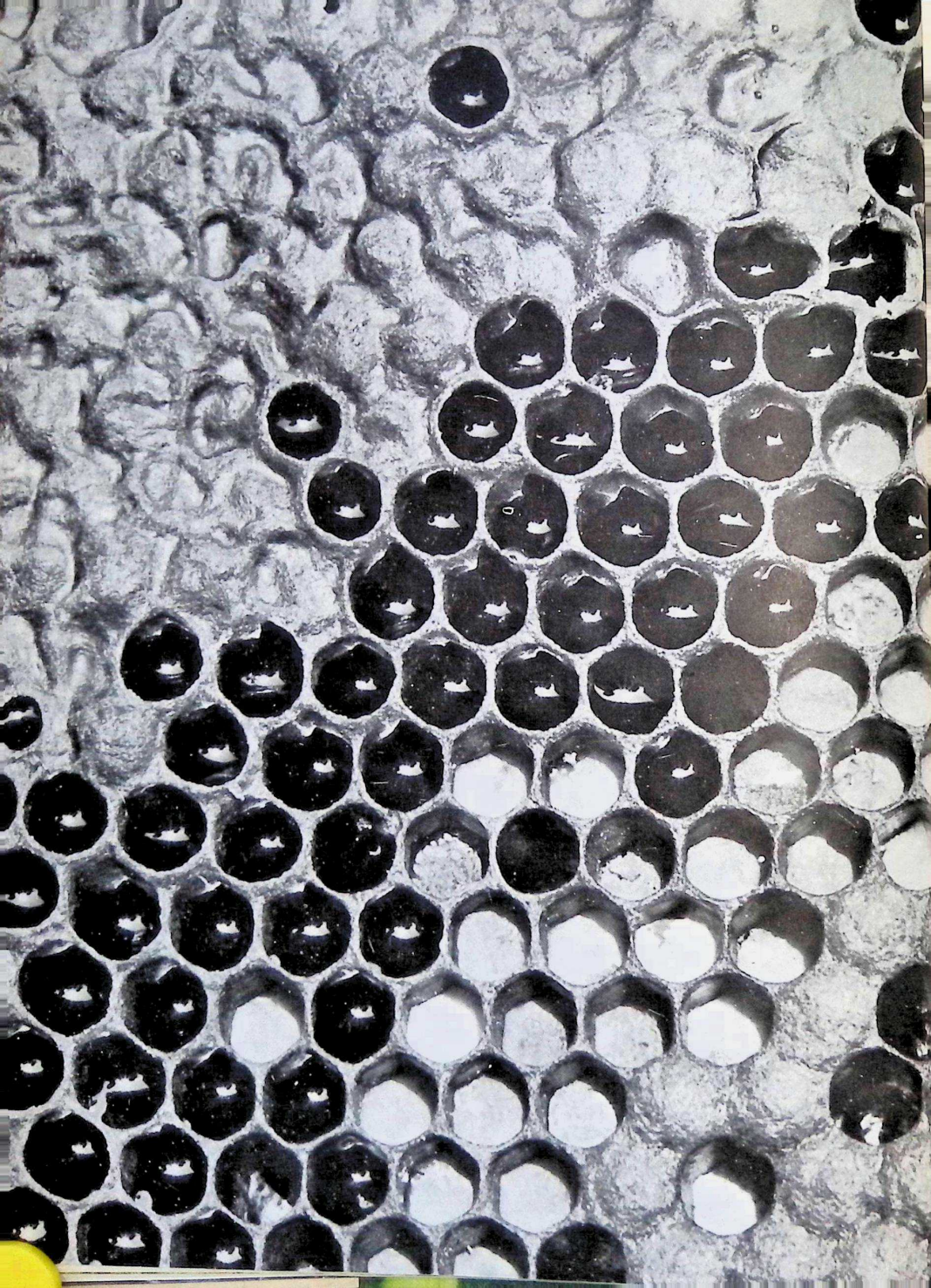
Во время последней линьки взрослая цикада выбирается через щель в шкурке нимфы. Надземная жизнь насекомого длится всего несколько недель.





Целая свалка пустых шкурок, сброшенных стаями цикад в одном из садов штата Индиана (США), после массового выхода в 1953 году. Потомство этой стаи, ушедшее под землю, появилось в 1970 году. В США живут по меньшей мере 20 разных

линий семнадцатилетней цикады, и каждая имеет свое «расписание». Поэтому в течение каждые 17 лет бывает несколько разных отрождений цикады.



Ячейки сот — основные хранилища пчелиного улья. В темных ячейках — мед; они заполнены и скоро будут запечатаны воском, как те, что видны в левом верхнем углу снимка. Внизу справа в открытых ячейках — пыльца, в закрытых — окукливающиеся личинки.

4

Насекомые — архитекторы

Пчелу давно восхваляют за то, что для структурной единицы, составляющей соты, она выбрала шестиугольную форму. Шестиугольная ячейка вмещает больше меда, чем треугольная или квадратная; кроме того, она упорочнена соседними ячейками, поскольку со всех сторон граничит с ними. Дарвин считал, что этот пример пчелиной архитектуры — «самый удивительный из всех известных инстинктов» и «абсолютно совершенный по достигаемой экономии труда и воска». Пчелы, не знающие законов геометрии, естественно, не могут сравнивать емкость сосудов разной формы. Но как же тогда они натолкнулись на устройство сотов в виде аккуратных рядов шестигранных ячеек?

Быть может, пчелы просто не смогли бы сделать ячейки иной формы? Представьте себе пачку круглых в сечении одинаковых пластмассовых трубочек, сложенных так, что в нижнем ряду их пять, в следующем — четыре, затем снова пять и снова четыре и так далее. Если эти трубочки равномерно сжать со всех сторон, как случилось бы, будь они плотно сдавлены соседними трубочками, их форма изменилась бы, образовав в сечении шестиугольники. Поскольку каждая из трубочек соприкасается с соседними в шести точках, под давлением в этих шести точках возникают грани шестигранника. До недавнего времени полагали, что мягкие восковые цилиндры сами принимают шестигранную форму и затвердевают. Но изучение сотов на разных стадиях строительства показывает, что пчелы и в начале и в конце работы сами придают воздвигаемым ячейкам форму шестигранников.

Таким образом, простого объяснения пчелиным познаниям в архитектуре подыскать не удастся. Не легче найти объяснение и многим другим постройкам, возводимым насекомыми. Архитектурное искусство этих животных развивалось на протяжении долгих эпох, и мы сегодня наблюдаем проявление лишь

тех стереотипов строительного поведения, которые тем или иным образом способствовали выживанию насекомых. В мире насекомых немало замечательных сооружений, построенных их обитателями. Единственное сырье насекомых — земля, различные растительные материалы и выделяемые самими животными вещества: шелк, воск, слюна. Единственные их инструменты — те, с которыми они родились: ротовые части и ноги. Располагая ими, насекомые строят самые разные «дома» и «ясли» для потомства — бумажные коробки, глинобитные хижинки, деревянные лабиринты и шелковые шатры.

Медоносная пчела — лучший, но не единственный архитектор среди пчел. Всего насчитывается около 20 000 видов пчел. Из них лишь процентов десять — общественные виды, остальные — одиночные, но многие одиночные виды живут, если можно так сказать, в поселках. Каждая самка в таком поселке самостоятельно строит в земле гнездо и снабжает его запасом пищи, не прибегая к помощи соседей. Гнезда, разбросанные на расстоянии 2—3 сантиметров одно от другого, могут занимать небольшой участок земли. Население более крупного пчелиного городка густо покрывает норками площадь, иногда превышающую один гектар.

Некоторые одиночные пчелы строят гнезда в пустых раковинах улиток, в норках других пчел и даже в выемках неплотных горных пород. Пчелы-плотники сами протачивают ходы в древесине или же используют ходы, проделанные жуками. Но большинство одиночных пчел обособиваются в почве. Их гнезда обычно состоят из главного коридора с более узкими короткими отнорками, куда откладываются яйца. Как правило, глубина гнезда не превышает 10 сантиметров, но «шахты» некоторых видов уходят в глубь земли на полметра-метр. У одних видов ячейки с яйцами расположены пучками, как ягоды в гроздьях; у других они расходятся от конца туннеля, как лепестки цветка. Каждая пчела, следуя врожденному плану строительства, строит обычно точную копию норки, в которой родилась сама, и никогда не вносит никаких усовершенствований. Одиночная пчела помещает в каждую ячейку комочек «теста» из пыльцы, смоченной нектаром, — так называемый медвяный хлеб, — а потом откладывает яйцо прямо на этот запас провианта и запечатывает гнездо.

Отложив яйцо, самка одиночной пчелы обычно больше не занимается потомством, но у отдельных видов наблюдаются некоторые зачатки сложной организации ухода за потомством, достигающей своей вершины в улье медоносной пчелы. Распространенный род одиночной пчелы *Halictus* встречается почти повсеместно в Европе и Север-

ной Америке. Это в большинстве своем черные или зеленовато-черные пчелы, по величине более чем вдвое уступающие медоносной. Схемы жизненных циклов разных видов пчел-галликов неодинаковы. По одной из них оплодотворенная самка проводит зиму в спячке под землей; весной она выходит из норки и строит подземные ячейки с «хлебцами» для потомства. Из яиц оплодотворенной самки развиваются одни самки. Они строят гнезда в боковых отнорках родительского гнезда или по соседству. Их потомство развивается из неоплодотворенных яиц и представлено одними самками. Но переживавшая самка еще жива и откладывает яйца на «хлебцы», сделанные дочерьми. Из этих яиц выходят самки, которые спариваются с самцами, а затем роют зимние норки для спячки, и цикл повторяется.

На следующей, более высокой ступеньке организации среди общественных насекомых стоят шмели. Зиму переживает крупная самка, так называемая матка. Проснувшись весной, она не строит собственной норки, а старается найти заброшенную нору грызуна. Затем из брюшных сегментов матки начинают выделяться большие количества воска. Смешивая его с пылью, матка строит ячейку и запасает в ней немного нектара, чтобы ночью или в плохую погоду не остаться без пищи. После этого она строит другую ячейку, куда приносит шарик из пыльцы и на него откладывает яйца. Матка сидит на яйцах, а потом на личинках, словно насадке, защищая их от холода, к которому они очень чувствительны. Это насиживание, как и все дальнейшее поведение матки, продиктовано не разумом, а инстинктом. Если раздражители побуждают ее насиживать яйца, она делает это. Стоит удалить яйца, и матка будет «насиживать» любой оказавшийся рядом предмет, хотя бы камешек.

Первый выводок в шмелином гнезде — множество мелких особей, рабочих. Матка помогает им прорвать коконы и выйти. Появившись на свет, рабочие освобождают матку от всех обязанностей, кроме откладки яиц. Они берут на себя строительство и хозяйственные заботы, и вскоре расплодные ячейки увеличиваются в числе и образуют сот. Для выведения молодежи ячейка используется только один раз; рабочие укрепляют ее воском, и она превращается в сосуд для нектара и пыльцы. Гнездо шмелей всегда отстает по численности населения от пчелиного улья: в процветающей шмелиной колонии к концу лета может насчитываться 1000—2000 особей, но обычно их число не превышает нескольких сотен.

Еще один замечательный строитель — пчелалисторез. Ее работу можно видеть в саду: в листьях роз и других растений вырезаны аккуратные овалы. Пчела строит в земле или в дупле дерева единственное гнездо с несколькими ячейками.

Каждая ячейка сделана из сложенных вместе кусочков листьев или лепестков. Все кусочки примерно одного размера — кажется, будто пчела вырезала их по шаблону. Собственно говоря, так оно и есть, и шаблоном служит само тело пчелы. Вырезая кружочек размером с двухкопеечную монету, самка вплетается задними ногами в край листа, а затем, поворачиваясь как циркуль, описывает круг, одновременно работая мандибулами. И кружочки получаются примерно одинаковыми. Самка укладывает кружочки один на другой и сворачивает их в форме наперстка. Внутрь она помещает пыльцу и нектар. Отложив яйцо в ячейку, пчела начинает строить прямо над ней другую ячейку. Одна пчела-листорез построила под балконом гнездо из 30 ячеек, расположенных девятью рядами, использовав на это не менее тысячи листовых кружочков.

Самым большим разнообразием построек отличаются осы. Эти насекомые достигли совершенства в сооружении домов и ясель для потомства из бумаги и глины. Изготовление бумаги — для осы дело несложное. Она собирает волокна прогнившей древесины, стебли трав и даже брошенные человеком клочки бумаги и картона и все это старательно пережевывает, смешивая со слюной. Образуется бумажная масса — что-то вроде папье-маше, — которая в подсохшем состоянии представляет собой прочную серую бумагу. Одни осы строят свои бумажные гнезда в земле; те же бумажные шары разных размеров, которые мы часто видим подвешенными к ветвям деревьев или под стрехами, создаются другими видами, в частности шершнями. Гнездо шершней состоит из горизонтальных сотов, ячейки которых открываются вниз. Соты завернуты в бумажную оболочку. Каждый раз, как добавляется новый сот — ниже предыдущего и параллельно ему, — осы покрывают все гнездо свежим слоем бумаги.

На первый взгляд, место для гнезда выбирается самкой шершня без особой заботы: гнездо часто строится в местах, не защищенных от ветра, дождя и хищников, или в таких тесных закоулках, что его невозможно потом расширять. Нередко встречаются «города-призраки» — гнезда, почему либо оставленные шершнями. Но если гнездо удалить, шершни стараются построить его вновь на том же самом месте. Вот почему бесполезно сбивать гнездо шершней — они всякий раз берутся за его восстановление. Однажды гнездо шершней перенесли на полтора километра, и взрослые насекомые покинули свое сложное сооружение, оставив внутри личинок, и полетели назад начинать все заново.

Бумажные гнезда строят и осы из рода *Polistes*. Эти черного или желто-черного цвета строй-

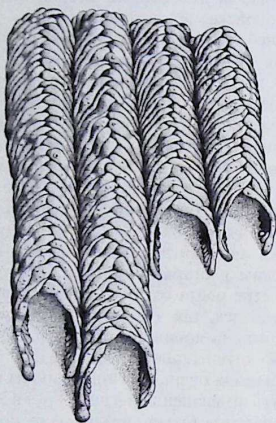
ные осы с узкой талией так многочисленны вблизи домов и других построек, что их можно считать спутниками человека. Они относятся к самым спокойным осам и жалат, только если их тронуть. Небольшие бумажные гнезда полистов висают с крыш домов и гаражей, а матка на зиму прячется в человеческих постройках. Весной она покидает жилье человека, но летит недалеко — под навес ближайшей крыши, где закладывает гнездо. Для этого она отгрызает липкое вещество и обмазывает им то место, где будет подвешено гнездо. Затем матка изготавливает бумажный стebelек длиной примерно сантиметра полтора. Конец стebelька она смазывает тем же веществом, которое использовала при закладке основания гнезда. К стebelьку вертикально подвешивается первая группа ячеек, образующих горизонтальный сот; в каждую ячейку вклеивается по яйцу, и развивающиеся личинки висят головками вниз.

По бокам к старым ячейкам добавляются новые; по мере роста сота усиливается поддерживающий стebelек, так что его толщина иногда превышает два с половиной сантиметра. И хотя единственный строительный материал — «папье-маше», эти гнезда очень прочны. Одно из них смогло выдержать подвешенный к нему груз в 3 килограмма 175 граммов (само гнездо, даже полное личинок, весило около 113 граммов). Весь строительный материал гнезда, порцию за порцией, приносит в целостях матка. Когда вылупляются личинки, оса ловит насекомых, разрывает их на части и кормит молодь. С ростом личинок она удлиняет стенки ячеек, добавляя бумажную массу.

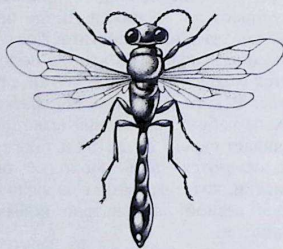
Как и многие матки одиночных пчел, оса-полист сначала живет совершенно одна. Она выполняет всю работу по строительству гнезда, справляется с хозяйственными нуждами и кормлением молоди, пока первые личинки не разовьются в зрелых рабочих ос. Рабочие начинают приносить пищу для следующего поколения, и гнездо процветает. Население гнезда иногда достигает сотни особей, но обычно оно меньше. Во второй половине лета появляются самцы и молодые матки; происходит спаривание. Вскоре старая матка, рабочие, а затем и самцы гибнут; последний выводок личинок не заканчивает своего развития и также погибает. Живыми остаются лишь молодые оплодотворенные матки, которые уходят на зимовку, чтобы следующей весной дать начало новым поколениям полистов.

Распад семьи, видимо, не связан с падением температуры: он происходит обычно до наступления холодов. На развитие личинок влияет секрет особых желез рабочих ос; в разгаре лета он смешивался с пищей, которую рабочие осы пережевывали для личинок. Но лето проходит, и секция желез ослабевает; поздние личинки, лишнные этого вещества, не могут развиваться.

РОЮЩАЯ ОСА ПЕЛОПЕЙ



Роящая оса пелопей — строитель «органных» трубочек — одиночное насекомое. Она строит гнездо для молоди и запасает там пищу, у нее нет помощников-рабочих. Ее гнездо — длинное трубчатое сооружение из затвердевшей грязи, разделенное на изолированные камеры (рисунок сверху). Оса приносит в каждую камеру большой запас парализованных пауков и кладет яйцо. В отличие от большинства других одиночных ос самка пелопей немного помогает самцу: он сторожит гнездо, пока самка охотится.



В отличие от гнезд шершней, защищенных бумажной оболочкой, гнезда полистов обычно открыты — днем их греет солнце, ночью они остывают. Если прямые солнечные лучи грозят перегреть гнездо, осы применяют два эффективных способа охлаждения: усиленно вентилируют гнездо крыльями и приносят капельки воды, очевидно, служащие для кондиционирования воздуха в ячейках. Естественное ночное охлаждение гнезда в свою очередь, по-видимому, играет роль в определении того, кем станет развивающаяся оса — рабочей особью или молодой маткой. Опыты показали, что если взрослых ос держать в тепле, из личинок получаются самки. И как ни странно, температура, при которой живут сами личинки, не имеет никакого значения. Очевидно, изменения температуры как-то изменяют функции организма взрослых рабочих, и это опять-таки, видимо, через какие-то изменения в секретах, смешивающихся с пищей, влияет на личинок.

Роящие осы-пелопеи в качестве основного строительного материала используют глину. Некоторые из них строят ряд длинных трубочек, так что гнездо напоминает органные трубы. Каждая трубочка разделена на несколько отсеков, в каждый из них оса кладет парализованного паука и одно яйцо.

На ветках деревьев и стеблях цветов часто можно видеть маленькие кувшинчики диаметром иногда не более сантиметра, так искусно сделанные, будто их изготовили на гончарном круге. Это работа пиллюльной осы (из группы одиночных складчатокрылых ос), которую легко узнать по грушевидному брюшку и вздутию на стебельке («талия»), соединяющая брюшко и грудь, обычно тонкая у ос).

Пиллюльная оса носит глину для своего кувшинчика, как правило, из одной и той же ямки, но иногда можно встретить и двухцветные кувшинчики, сложенные из разных сортов глины. И хотя для доставки материала требуется немало рейсов, на постройку кувшинчика уходит всего 3—4 часа. Каждое гнездо — почти безупречный по форме шар с тонкой шейкой и отгибом вокруг отверстия, что делает его похожим на кувшин. Снаружи гнездо не отделано, но внутренняя поверхность старательно отглажена. В каждый кувшинчик складываются парализованные гусеницы, затем на шелковой нити подвешивается яйцо, и гнездо запечатывается.

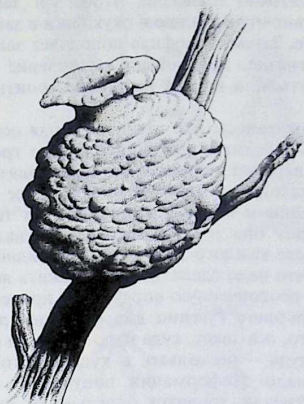
Аmmophila, что в переводе означает «песколюбка», — знакомая многим роящая оса, строящая норки в сухой, бесплодной почве. Аммофилу легко узнать по ее длинному стройному телу, обычно черному, с бросающимся в глаза красным или оранжево-красным пятном на конце чрезвычайно узкого брюшка. Этот умелый зем-

лекоп использует два набора инструментов: мощные, заостренные мандибулы, которыми оса вгрызается в почву, чтобы разрыхлить ее, и передние ноги со своеобразными щетками из жестких щетинок, которыми оса отгребает в сторону комочки почвы. Вокруг гнезда никогда не остается следов раскопки. Оса зажимает комочки почвы между головой и грудью — так сказать, под подбородком — и уносит их в сторону, отлетая от шахты на десяток сантиметров. Вырыв вертикальную шахту глубиной примерно с длину своего тела, оса делает на дне ее просторную камеру, куда ей предстоит поместить несколько гусениц и собственное потомство. Хотя при этом приходится вынимать и относить в сторону немало земли, беря каждый раз по несколько песчинок, строительство гнезда занимает у аммофилы лишь около 45 минут.

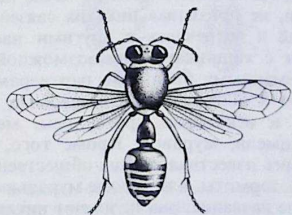
Затем самка отправляется на поиски добычи, но перед отлетом она закрывает гнездо и маскирует устье норки комочками земли, камешками или прутиками. Поймав гусеницу, иногда больше самой себя, оса волоком тащит добычу до гнезда, лишь кое-где ей удастся немного пролететь. Среди множества гнезд самка уверенно находит свое, открывает его и затаскивает добычу в камеру. На тело гусеницы она затем откладывает одно-единственное яйцо и запечатывает гнездо. На этот раз оса не только закрывает вход в норку, но и набрасывает на него песок с гравием и так заравнивает поверхность, что найти вход совершенно невозможно.

Усердие и ловкость аммофилы давно привлекали внимание натуралистов, но лишь сравнительно недавно два голландских энтомолога*, подробно изучившие эту осу, обнаружили одну удивительную особенность ее поведения. Они заметили, что, запечатав гнездо, самка может взяться за строительство следующего либо откроет гнездо, построенное ранее. Это уже само по себе необычно — большинство одиночных ос не возвращаются к своим запечатанным норкам. Исследователи узнали, кроме того, что иногда самка при повторном визите лишь осматривает гнездо, а иногда, осмотрев, улетает и возвращается к гнезду, но с добычей: доставляет свежий запас провизии для личинки, уже съевшей первую гусеницу. После пополнения запасов оса запечатывает гнездо и на несколько дней оставляет его в покое. Тем временем она продолжает работу над третьим гнездом, осматривает второе, а затем еще раз возвращается к первому, добавляет в него несколько гусениц и окончательно запечатывает.

ПИЛЮЛЬНАЯ ОСА



Пилульная оса — тоже одиночное насекомое. Вылепленные ею из глины или ила гнезда-кувшички напоминают пилульки. Самка укрепляет гнездо на веточке и деловито наваливает на его дно кучу парализованных гусениц. Затем над этой кучей она подвешивает яйцо на тонкой нити, прикрепленной к верхней части гнезда. Со временем из него выходит личинка. Личинки могут есть только свежее мясо, потому оно и запасается для них. Взрослая оса питается главным образом нектаром и растительными соками.



* Автор имеет в виду супругов Бэрндсов, работавших под руководством выдающегося энтомолога, лауреата Нобелевской премии 1973 года, Нико Тинбергена (см. его книгу «Осы, птицы, люди», М., «Мир», 1970). — *Прим. перев.*

В этом случае аммофила не просто закладывает вход в гнездо камешками, но еще и головой, как молотом, с силой вбивает их на место. Иногда она даже хватается камешек мандибулами и трамбуется им почву — один из двух известных случаев использования «орудий» насекомыми. Теперь гнездо крепко запечатано, самка сделала все необходимое для своего первенца — доставила ему достаточно провизии, чтобы он завершил свою личиночную стадию и окуклился в защищенной норке. Затем аммофила пополняет запасы во втором гнезде, заканчивает накопление провизии в третьем, а иногда начинает строить и четвертое.

Итак, оказалось, что эта небольшая оса временно заботится по крайней мере о трех гнездах, находящихся на разных стадиях развития. Она быстро находит каждое гнездо, хотя все они замаскированы и окружены множеством таких же гнезд. Знает она и когда какое гнездо надо посетить. После каждого визита оса, очевидно, точно помнит, что надо сделать: где отложить яйцо, где заделать неоконченную норку, куда принести очередную порцию гусениц для растущей личинки. Более того, оса знает, куда надо принести одну гусеницу, куда — несколько, а куда ничего принести не надо. Информация, получаемая осой от данного гнезда, хранится отдельно от информации, полученной ею от других гнезд. Самка обычно навещает то гнездо, которое больше других нуждается в пополнении запасов пищи; по-видимому, она получает от него стимул для поисков гусениц. Посетив сразу вслед за этим другое гнездо, она может получить там совершенно иной стимул и все же не забудет ни расположения других гнезд, ни их потребностей.

Большинство насекомых вполне удовлетворено своей жизнью, одиноко летая над полями и лесами, не признавая никаких связей или обязанностей и встречаясь с другими насекомыми лишь как с хищниками или возможной добычей либо временными брачными партнерами. Но существуют и общественные насекомые, например шершни и некоторые другие осы, медоносные пчелы, шмели, муравьи. Кроме того, есть еще одна, менее известная группа общественных насекомых — термиты, или «белые муравьи». Несмотря на свое название, они не имеют никакого отношения к муравьям — термиты относятся к очень примитивной группе насекомых, близкой к тараканам. Да и не всем термитам свойственна бледная окраска. Известно около 2000 видов термитов; их численность фантастически огромна, но они ведут скрытый образ жизни.

В местности, где водятся термиты, достаточно расколоть почти любой пень или валяющееся

бревno, и мы увидим, что древесина прорезана многочисленными ходами; какие-то мелкие бескрылые насекомые торопливо прячутся в них. Мало кто из насекомых, этих незаметных владетелинов Земли, так скудно экипирован для этого: у термитов нет ни членистого жала, ни прочного скелета муравья. Их тонкая кутикула еле защищается от холода и жары; извлеченные из своих темных безопасных туннелей, они погибают через несколько часов. Они могут существовать только в тепле, но на солнечном свете гибнут. Им требуется постоянная влажность, но часто они живут в таких районах, где более половины года царит засуха. И хотя термиты, как правило, — мелкие, слепые, мягкотелые, почти полностью беззащитные насекомые, они относятся к самым жизнестойким обитателям нашей планеты. Это объясняется тем, что социальная жизнь термитов сложнее, чем жизнь пчел и ос, тем, что у них образовалось необычное сотрудничество с некоторыми микробами и простейшими, и тем, что они смогли создать процветающие «города» с контролируемым микроклиматом.

Разрушив гнездо термитов, мы неожиданно для себя обнаружим, что не все члены колонии одинаковы. Больше всего здесь мелких, мягкотелых, бескрылых особей с округлыми головами и маленькими челюстями — это зрелые рабочие или молодые нимфы. Другие особи — солдаты — гораздо крупнее; у них огромные челюсти, которые они используют для защиты колонии. Солдаты даже неспособны кормиться сами: рабочим приходится класть им пищу в рот. Солдаты устремляются туда, где гнезду угрожает вторжение врага или еще какая-нибудь опасность, и остаются там, пока брешь не будет заделана. Другая функция солдат — поднимать тревогу в колонии: в случае опасности они начинают быстро стучать головой о дерево, производя сильный шум. У термитов среди рабочих и солдат есть и самцы, и самки (хотя и недоразвитые в половом отношении) в отличие от шершней, пчел и муравьев, у которых эти касты состоят только из самок.

Исследуя жизнь термитного гнезда, мы найдем там в определенное время года и более темноокрашенных особей, прозрачные крылья которых гораздо длиннее тела. Это способные к размножению самцы и самки. Скоро они огромным роєм вылетят из гнезда, спарятся и будут основывать новые колонии. Ну и наконец, среди обитателей гнезда можно найти необыкновенно крупного термита с заметными «пеньками» от обломанных крыльев — это «царица». Старая «царица» тропических термитов может быть толстой, как сосиска, и достигать в длину 10 сантиметров. Брюшко ее так набито яйцами, что она совершенно неспособ-

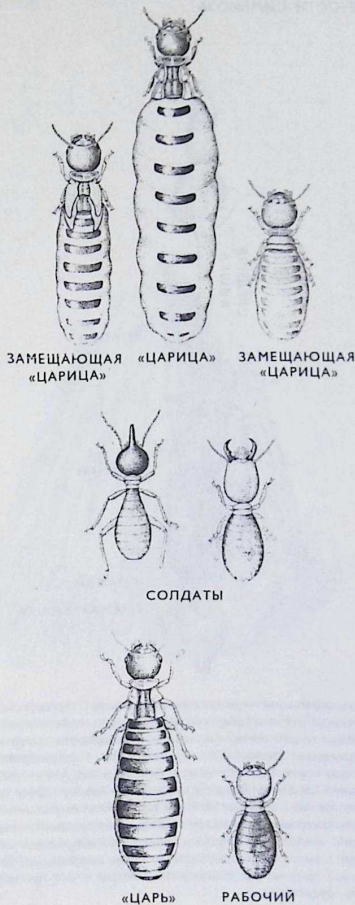
на двигаться. «Царицу» окружают слуги; они постоянно чистят ее и относят яйца, непрерывным потоком выходящие из ее тела. У некоторых видов «царица» живет со своим крошечным супругом, «царем», в специальной «царской камере». Здесь среди суетящихся слуг «царица» возлежит, по выражению Мориса Метерлинка, «как кит, окруженный окуньками».

Эти разные по внешнему виду термиты, живущие в одном гнезде, являются представителями разных каст. «Царь» и «царица» в молодости были крыленными половозрелыми особями. После брачного полета их крылья обломались по имевшимся у основания линиям пониженной прочности. Найдя какую-нибудь щель в дереве или в земле, термиты основывают там новую колонию. Их организмы приспособлены только к размножению — отрождению бесконечного потока яиц. Если «царь» или «царица» погибнут, некоторые из личинок могут развиваться в половозрелых особей, но две касты — рабочие и солдаты — обычно бесплодны. Раньше считалось, что принадлежность к различным кастам наследственна, что термит уже рождается рабочим, солдатом или «монархом», но оказалось, что принадлежность к той или иной касте определяется гораздо сложнее.

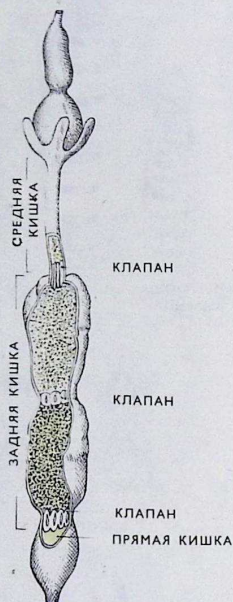
Любая личинка может стать «царицей», «царем», солдатом или половозрелой особью, но это происходит лишь в том случае, если требуется пополнение данной касты. Если из молодой колонии термитов удалить единственного имеющегося солдата, из личинки, которая в норме никак не стала бы им, разовьется солдат. Если и этого солдата удалить из колонии, из другой личинки разовьется еще один солдат. Подобным же образом удаление «царя» или «царицы» заставляет одну из личинок развиваться в замещающую половозрелую особь. Но если «царь» и «царица» остаются в гнезде, способных размножаться конкурентов не возникает, а новые солдаты не появляются до тех пор, пока колония не увеличится в размерах.

Очевидно, личинки обладают потенциальной возможностью изменять свое «социальное» положение, но в ненарушенной колонии они этого не делают. По-видимому, само присутствие солдат и половозрелых особей подавляет развитие замещающих особей. После многочисленных экспериментов некоторые ученые пришли к выводу, что в колонии термитов существует некое тормозящее вещество — «социальный гормон». В развитии личинки есть период, в течение которого определяется ее будущая каста: ход развития зависит от состава колонии в данный момент. Если в колонии есть солдаты и размножающаяся пара, из личинки получится бесплодный рабочий. Если не хватает какого-нибудь из важнейших

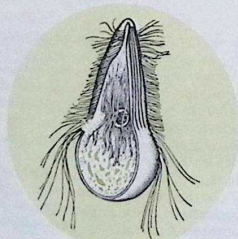
КАСТЫ ТЕРМИТОВ



Сложному общественному образу жизни термитов соответствует жесткая кастовая система, в которой каждая группа насекомых выполняет свою работу. Рабочие особи ответственны за всю деятельность по строительству гнезда и поддержанию его жизни. Они также ухаживают за солдатами и царской парой — эти касты неспособны питаться сами. Солдаты, вооруженные кривыми саблевидными жвалами или «носом» для выпрыскивания клейкой жидкости, парализующей движения муравьев, обороняют гнездо. Изнеженные «царь» и «царица» связаны браком на всю жизнь и служат одной задаче — производить яйца, поддерживая этим существование вида. Если они погибнут, их заменят более мелкие, замещающие «монархи».



Странные партнеры — реликтовый таракан *Cryptocercus* и микроскопические простейшие, живущие в его задней кишке. Без них таракан не мог бы переваривать поглощаемую им древесину. Когда древесина (зеленый цвет) попадает в пищеварительный тракт, она переносится в мускулистом желудке, после чего переходит в сильно расширенную заднюю кишку. Здесь множество простейших (черные точки) потребляют размельченную древесину, превращая ее в сахар и другие питательные вещества. Жидкость, выделяемая простейшими, фильтруется обратно в среднюю кишку, где всасывается в кровь насекомого. Внизу — увеличенное простейшее; видны плавающие в его протоплазме частички древесины.



членов колонии, через одну-две недели личинка может стать половозрелой особью или солдатом. Это равновесие между кастами, вероятно, поддерживает именно этот тормозящий гормон, который выделяется взрослыми особями и не позволяет личинкам отклониться от нужного пути развития.

Вся колония термитов, насчитывающая иногда миллионы особей, питается исключительно деревом. Это удивительно, так как дерево состоит главным образом из целлюлозы — вещества, несъедобного для огромного большинства животных. Но все дело в том, что термит — это лишь одна сторона замечательного симбиоза. Другая сторона — множество микроскопических одноклеточных простейших и бактерий, живущих в кишечнике термита и переваривающих древесину, превращая ее в пригодные для питания насекомого вещества.

Термит рождается без этих сожителей, а получает их в приданое от старших рабочих, которые кормят его. Очевидно, те простейшие и бактерии, что населяют кишечник термитов сейчас, — прямые потомки организмов, живших в термитах миллионы лет назад. Как правило, термиты одного вида, в каком бы уголке планеты они ни жили, несут в себе определенный набор простейших и бактерий. Жизненную важность симбионтов для некоторых видов термитов доказали, подвергая насекомых действию высоких температур или кислорода под давлением — обе процедуры не вредят термиту, но убивают его кишечную фауну. После такой обработки термиты, лишенные «кишечных» партнеров, умирали от голода.

Выживанию термитов способствует также их социальная организация, позволяющая поддерживать в гнезде нужную температуру и влажность. Колония термитов, подвергнутая действию сухого воздуха, за полдня погибает полностью. Изолированные особи умирают уже через пять часов. На Земле нет такого места, даже во влажном тропическом лесу, где бы термиты могли найти подходящие и неизменяющиеся условия температуры и влажности. Термиты выжили, создав себе свой микроклимат. Вся жизнь этих насекомых, кроме краткого брачного полета крылатых основателей колонии, проходит в темных туннелях и камерах гнезда.

Термиты умеренных зон обычно незаметны, за исключением тех случаев, когда они наносят вред, но разные тропические виды возводят огромные постройки, которые становятся одной из самых заметных особенностей пейзажа. Некоторые из этих курганов так высоки и многочисленны, что издалика кажутся хижинами раскинувшейся деревни. В Африке есть термитные постройки, очень похожие на гигантские грибы с нож-

кой и шляпкой или на многоярусные пагоды. Такие гнезда с защитными навесами обычны для влажных тропических лесов: очевидно, навесы предохраняют гнездо от излишней влаги.

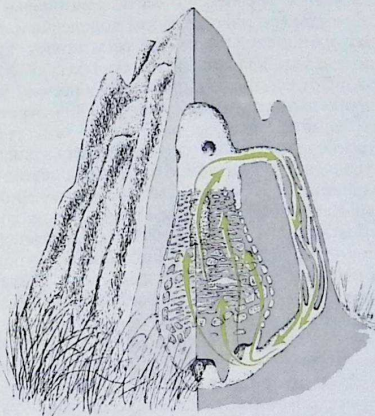
Термитник — чудо инженерного искусства, позволяющее насекомым жить в местах, казалось бы, совсем неподходящих для них. В зависимости от внешних условий термиты могут изменять конструкцию своего гнезда. Например, один вид термитов в лесистой части острова Тринидад строит, как правило, коробчатые гнезда на стволах деревьев, а на открытых, степных пространствах — подземные гнезда. Некоторые африканские термиты, питающиеся грибами, которые они разводят в специальных теплицах внутри гнезда, «владеют» несколькими архитектурными стилями. В одном месте они строят нечто вроде замка с башенками, в другом, с иной почвой, гнездо выглядит как шпиль высотой более шести метров.

Грибы, которые выращивают в своих гнездах многие термиты-строители, служат не только источником пищи, но и кондиционерами воздуха. Растущие грибы выделяют тепло и поглощают лишнюю влагу, которую могут затем в случае засухи вновь отдать в воздух. Одно из самых замечательных сооружений насекомых — компасный термитник некоторых австралийских термитов. Его длина более 3 метров, высота около 3,5 метров, а толщина всего около метра. Термитник построен в направлении север — юг, так что его плоские бока обращены на восток и запад. Причина этой странной ориентации гнезда еще не известна. Согласно одной гипотезе, такое устройство гнезда в какой-то степени защищает его от перегрева, так как горячие лучи полуденного солнца падают только на узкий гребень термитника.

Постройки термитов настолько долговечны и прочны, что при расчистке земли под сельскохозяйственные угодья их нередко приходится взрывать. Топор лишь высекает искры из поверхности термитника; пробить его можно только киркой. Разрушенные гнезда насекомые быстро восстанавливают: там, где термитники сносили, чтобы расчистить место для взлетных полос, через день-другой возникали новые, достаточно крупные, чтобы сделать опасными взлет и посадку.

Внутри гнездо может быть устроено по-разному в зависимости от вида термитов. В центре, как правило, находится «царская камера», в которой в окружении слуг проводят свою жизнь «царь» и «царица». От этой «тронной залы» отходят галереи с соединяющими их проходами. Толстые наружные стены гнезда часто пронизаны небольшими отверстиями, которые, по-видимому, служат для вентиляции. У многих термитников есть своего рода водостоки, которые, подобно

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА У ТЕРМИТОВ



Поперечное сечение глиняного гнезда, построенного южноафриканскими термитами, показывает, как этот вид обеспечивает свое прочное толстостенное жилище необходимой вентиляцией. В лабиринтах жилых кварталов колонии воздух нагревается за счет тепла тел термитов и поднимается в колоколообразную полость верхней части гнезда. Отсюда он попадает в широкие каналы, разветвляющиеся постепенно на все более тонкие, которыми густо пронизаны гребни на стенках гнезда. Проходя по этим каналам и контактируя со свежим воздухом, отработанный воздух отдает углекислый газ, получает кислород и возвращается в гнездо, чтобы повторить круговорот (зеленый цвет).

наклонной крыше дома, позволяют воде быстро стекать, и нависающие шатры, с которых дождь капает, не попадая в гнездо. Некоторые, особенно южно- и центральноамериканские, термиты, строящие на деревьях «картонные» гнезда размером с бочку, воздвигают вдоль ствола выступающие ребра, чтобы отвести стекающую по нему воду от гнезда. Все эти сооружения, разные по форме и размеру, делаются из небольшого числа простых строительных материалов. Одни виды термитов цементируют комочки почвы слюной, другие связывают почву жидкостью, выделяемой из кишечника, третьи соединяют свежую или полупереваренную древесину с частицами почвы.

С помощью различных форм поведения и инженерных ухищрений термиты регулируют вентиляцию гнезда, влажность и температуру в нем. Некоторые пустынные виды, строя в песчаной почве вертикальные туннели длиной до 40 метров, доходят до подземной воды и носят ее в гнездо. Испарение этой воды поддерживает влажность воздуха в гнезде близкой к точке насыщения, хотя наружный воздух может быть почти совершенно сухим. Некоторые термиты строят гнезда только в глубокой тени тропического леса, где температура довольно постоянна. Есть виды, строящие термитники с необычайно толстыми стенками: в таком гнезде температура более постоянная, чем на открытом воздухе. Эффективно регулируя температуру в гнезде, южноафриканские термиты добились того, что в центре их гнезда температура никогда не превышает 30° С, хотя наружная стенка термитника может быть так горяча, что к ней нельзя притронуться.

Термитнику необходима также система вентиляции, которая постоянно выводила бы из гнезда углекислый газ и пополняла его кислородом. Средней по размеру колонии (примерно два миллиона особей) требуется около 12,5 кубических метров воздуха в день. Подсчитано, что, если бы приток воздуха был приостановлен, термитам хватило бы содержащегося в гнезде кислорода всего на 12 часов. Единственный способ получения кислорода — воздухообмен. Но обеспечить его нелегко: толстые стены, способствующие поддержанию постоянной температуры и влажности, затрудняют газообмен. Один африканский вид

термитов замечательно разрешил эту проблему. Его гнездо похоже на миниатюрную гору высотой и шириной у основания 5 метров. Внутри этого термитника на опорах, возвышающихся над полом, стоит собственно гнездо, так что внизу образуется нечто вроде подвала. Над гнездом — другая полость, служащая чердаком. Снаружи от основания до вершины термитника тянутся пустотелые гребни. Так как само гнездо обогревается за счет метаболического тепла (теплоты тела) термитов и тепла их «грибных садов», через гнездо постоянно течет вверх теплый воздух. Он поднимается на «чердак» и там попадает в пустотелые гребни, выступающие из термитника и связывающие «чердак» с «подвалом». Ток воздуха возвращается по этим трубам вниз, в подвал, а затем снова проходит через гнездо.

Стенки выступающих гребней тонки. Через их поверхность могут диффундировать газы, и в самом деле, пока воздух идет по трубам вниз, из него улетучивается углекислый газ, а взамен поступает кислород. Считается, что эти трубы, или каналы, способствуют также поддержанию удивительно постоянной температуры в гнезде. Внутри каналов постоянно работают термиты — возможно, они каким-то образом регулируют ток воздуха, действуя как заслонки в системе воздушного снабжения.

Термиты как потребители древесины сформировались до того, как на Земле появился человек. Для них не существует отличий между упавшим деревом и бревном, составляющим часть человеческого жилища. В безлюдных районах, особенно тропических, термиты выполняют важнейшую функцию — разлагают растительные остатки, падающие бесконечным дождем, превращая их в вещества, которые усваиваются новыми растениями. Таким образом, эти насекомые в значительной мере ответственны за поддержание эффективного лесного круговорота смертей и возрождений. Если бы человек ненадолго забыл о потенциальной угрозе, которую термиты представляют для его деревянных строений, он мог бы хоть в какой-то мере оценить их пользу и восхититься ими.

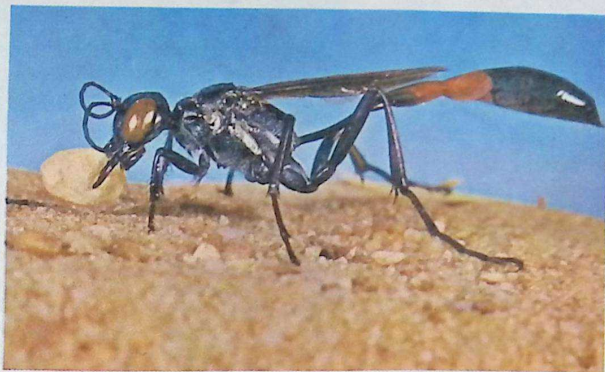
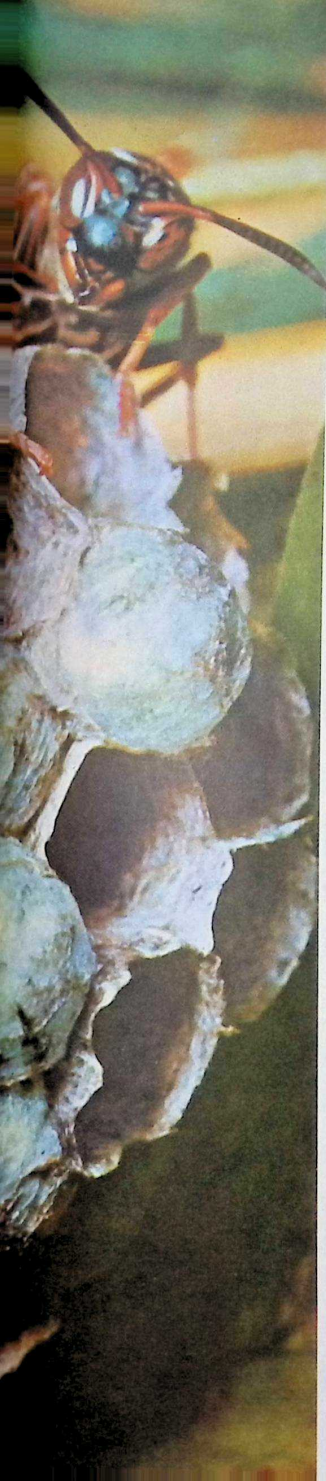


Гнездо обыкновенной осы в брошенном старом автомобиле. Видны слои разного цвета, показывающие, что осы брали строительный материал из разных мест.

ЖИЛИЩА НАСЕКОМЫХ

Насекомые, эти умелые зодчие и инженеры, на протяжении сотен миллионов лет строят сложные и совершенные убежища. Задолго до появления человека термиты воздвигали небоскребы, осы выделяли бумагу и штукатурку, гусеницы ткали шелк, а муравьи строили города-холмы с многотысячным населением. Но сколь бы впечатляющими эти действия ни были, все они основаны целиком на инстинкте.





Оса аммофила, пользующаяся «орудием труда». В челюстях она несет камешек, нужный ей, чтобы утрамбовать землю над входом в норку. Эта одиночная хищная оса уже снабдила свою подземную «детскую» парализованной гусеницей и отложила на нее единственное яйцо.

Изготовители бумаги и каменщики

Осы, близкие родичи пчел и муравьев, одинаково замечательны как умением строить сложные убежища, так и способами снабжения своего потомства пищей. Наиболее известны бумажные осы, делающие гнезда из прочного «папье-маше» — сухой древесины, измельченной в кашу и смешанной со слюной. Колонии основывает весной оплодотворенная матка, проспавшая зиму в укромном месте. Первые ячейки она лепит сама и быстро выводит в них помощников, которые берутся за расширение гнезда и кормление молоди. Полист создает горизонтальные открытые соты, как правило, подвешивая их под крышей на очень тонком, но прочном стебельке. Крупные закрытые гнезда шершней свисают с веток, а шаровидные бумажные жилища некоторых других общественных ос спрятаны в подземных норках.

Осы-охотники выкапывают норки для потомства или строят убежища из глины и запасают там пищу для личинок. Иногда «комнатки» ос можно найти в трещинах деревьев или в пустотелых стеблях растений. Одна из роющих ос выкладывает свои незащищенные ячейки параллельными рядами, как трубы органа. Пиллюная оса лепит из глины прекрасный маленький кувшин с узким горлом, отогнутым краем вокруг отверстия и плотно сидящей крышечкой. Строя разные гнезда и различными способами добывая пищу, все осы одинаково хорошо заботятся о своем потомстве.

Бумажные осы ползают по ячейкам своего гнезда. Большинство этих камер, слепленных из древесной массы, имеют шестигранную форму. В верхних ячейках видны яйца, в центральных — личинки. В ячейках, затканых шелком, — куколки. Взрослые приносят личинкам гусеницу, а личинки выделяют взамен сладкую слюну, которую поедают взрослые.

Бескрылый каролинский сверчок из семейства стеблевых сверчков каждый день строит себе новый дом. Ночью это удивительное насекомое охотится на тлей, а утром перед восходом солнца, начиная строить дневное укрытие. Надрезав лист, сверчок заворачивается в него, как в одеяло, и «сшивает» края шелковой нитью, образующейся у него в груди и выделяющейся из нижней губы. Затем он наглухо заделывает открытый конец, складывает на спине длинные антенны и целый день отдыхает.







Колочши домик личинка ручейника построил из маленьких сучков и веточек, скрепленных шелком. Вид ручейника часто можно определить по форме домика, который строит личинка.

Сетевязальщики и строители башен

Среди насекомых-зодчих термит — лучший строитель небоскребов. Африканский ландшафт усеян пропеченными на солнце, твердыми как скала башнями высотой до 4,5—6 метров. Гораздо скромнее выглядят шелковые сети живущей в воде личинки ручейника. Эти ловушки удивительно прочны и действуют не хуже, чем сети, сплетенные человеком, хотя их длина немногим больше двух сантиметров. Шелк, идущий на их изготовление, очень напоминает тот, какой секретируют пауки и гусеницы. Им же личинки ручейников скрепляют палочки и песчинки, строя свои подводные домики.



Шелковая сеть — творение *Hydropsyche*, хищной личинки ручейника, которая живет в быстрых водах. Прикрепляя к камням сеть вылавливает насекомых и другую живую добычу, несущуюся

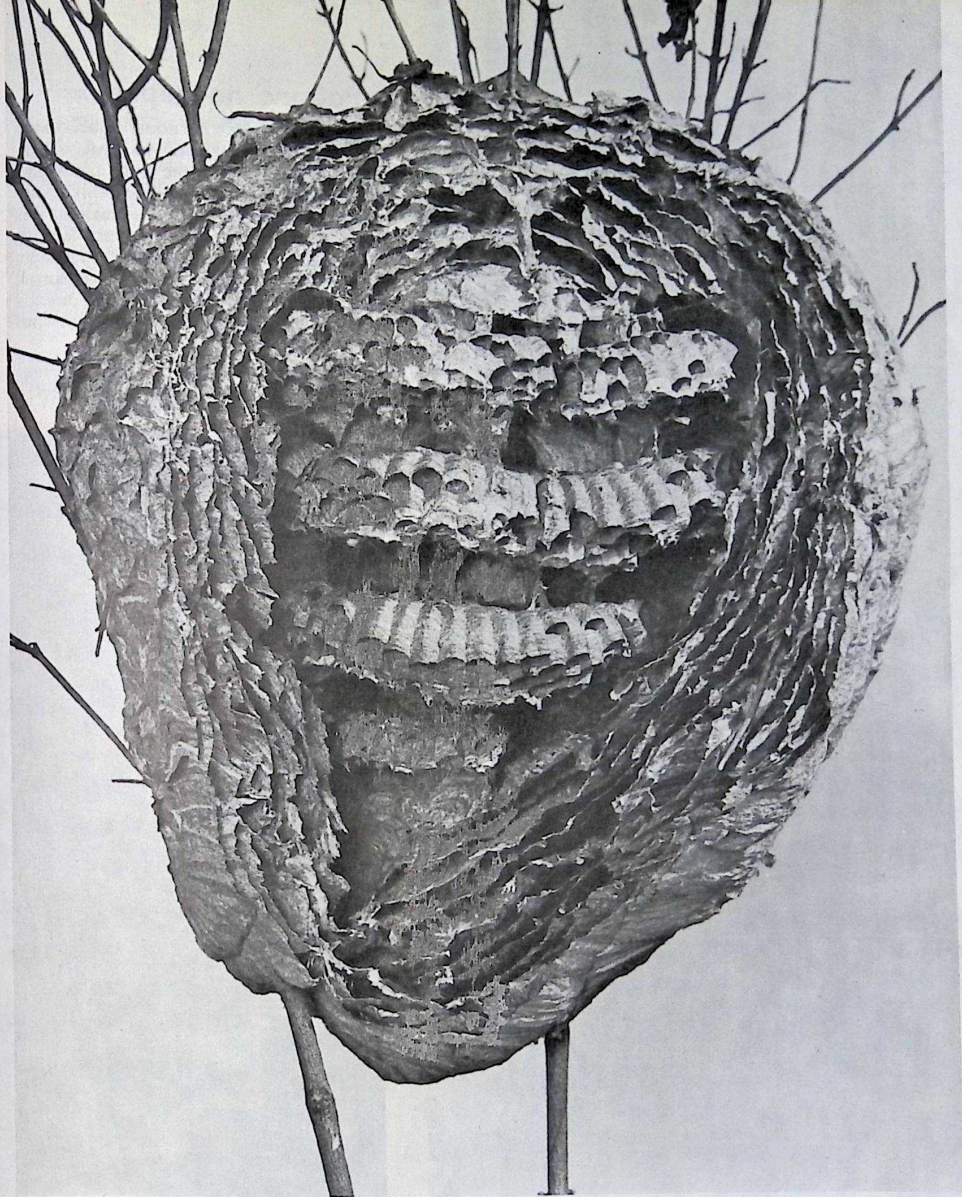
ся с водой. Спрятавшись в стороне, в укрытии из шелка и песка, личинка время от времени вылезает, чтобы съесть улов и починить сеть.



Башня, построенная термитами на севере Кении, вмещает колонию, насчитывающую миллион особей. Толстые стены, возведенные из земли и растительного материала, смешанного со слюной и экскрементами термитов, тверды как скала и хорошо

поддерживают в гнезде нужную температуру и влажность. В некоторых гнездах близко к поверхности располагается сеть каналов, которая обеспечивает кондиционирование воздуха во внутренних камерах.





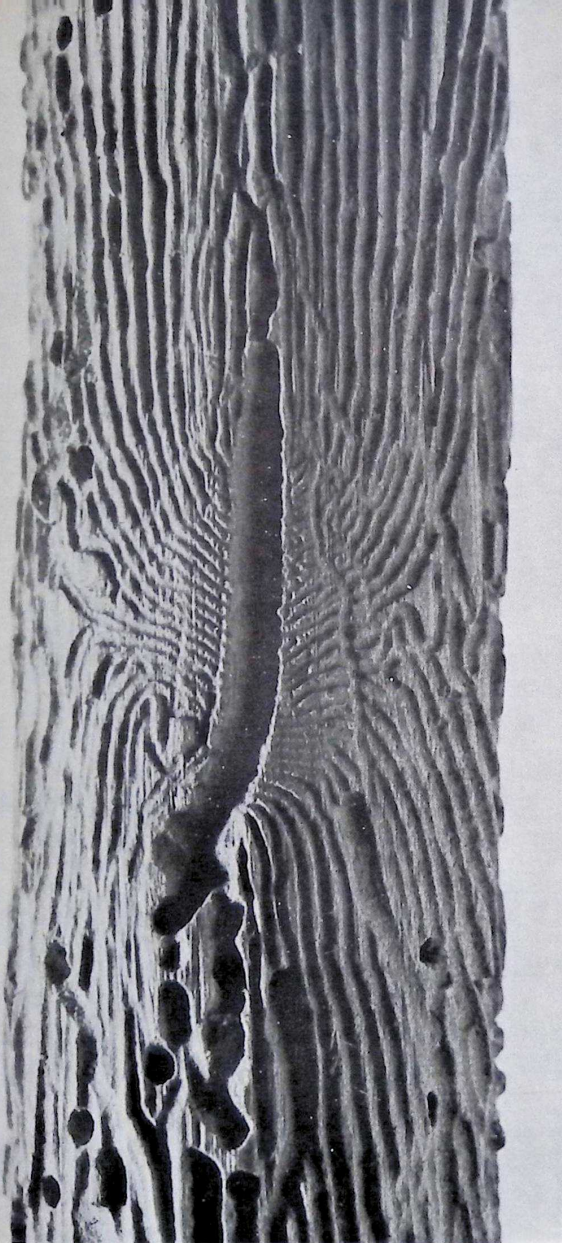
В гнезде шершня видны упорядоченные ряды сот, окруженные оболочкой из плотной многослойной бумаги. Эта наружная стенка может защищать от жары и холода не хуже, чем кирпичная стена толщиной в 40 сантиметров.

Картонный цилиндр содержит в себе многоярусные соты тропической бумажной оси. По мере роста колонии снизу к ней добавляются новые соты, прочно закрепляемые на внешней стенке.

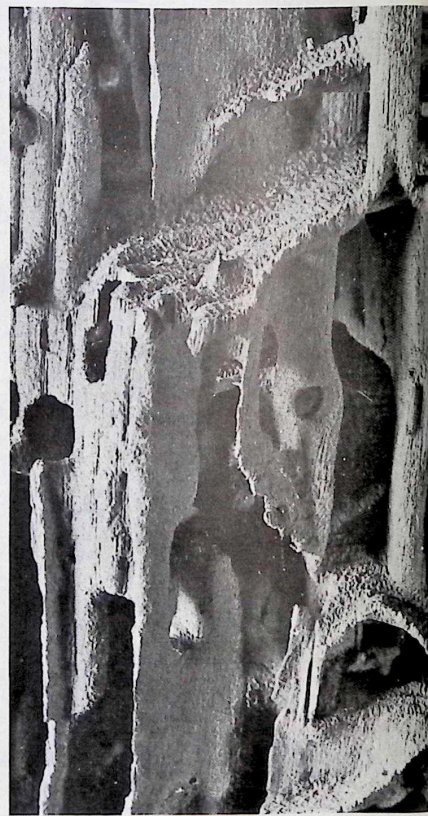
«Работа по дереву»

Бесчисленные легионы насекомых грызут, сверлят и пробуравливают живые деревья, упавшие стволы, колья изгородей, деревянные постройки, сложенные человеком, вытаскивая в них гнезда и ясли для своего потомства. Жуки-короеды вырабатывают глубоко в заболони деревьев* «грибные сады», собирая урожай с «грядок» из опилок и экскрементов. Личинки поедают гри-

* Заболонь — молодые, довольно нежные слои древесины, содержащие много влаги и питательных веществ. — *Прим. перев.*



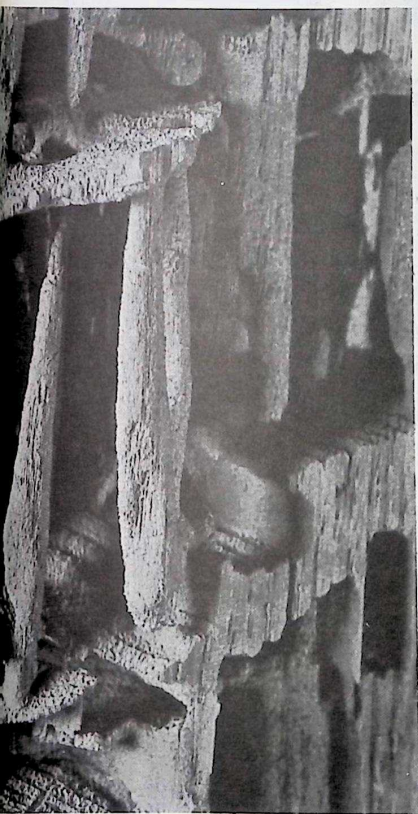
Над обработкой этого куска ветки потрудились жуки-короеды. Взрослые жуки высверлили в центре камеру для яиц; личинки пробурили боковые каналы, расширяя их по мере своего роста.



Укрепленные колоннами галереи — работа пенсильванского муравья-древоточца. Это один из самых крупных американских муравьев — сантиметр с четвертью в длину, а то и больше.

бы, питающиеся древесиной. Одного из этих жуков — морщинистого заболонника — называют в Англии и в США «пьяницей Томми» за то, что он протачивает клепки винных и ромовых бочек.

Мебельные жучки точат старую мебель. Они работают только в старом дереве — древесина хвойных пород должна быть не моложе 20 лет, лиственных — не моложе 60. Пестрого точильщика можно слышать: он иногда прерывает свою работу и громко стучит головой о стенки хода.



Вооруженный саблевидными жвалами, он выгрызает большие гнездовые камеры в хвойных породах древесины, часто серьезно повреждая постройки.



Жуки-короеды обычно строят свои ходы между корой дерева и заболонью, нередко портят древесину. Каждый вид короедов характеризуется особой формой и расположением ходов.



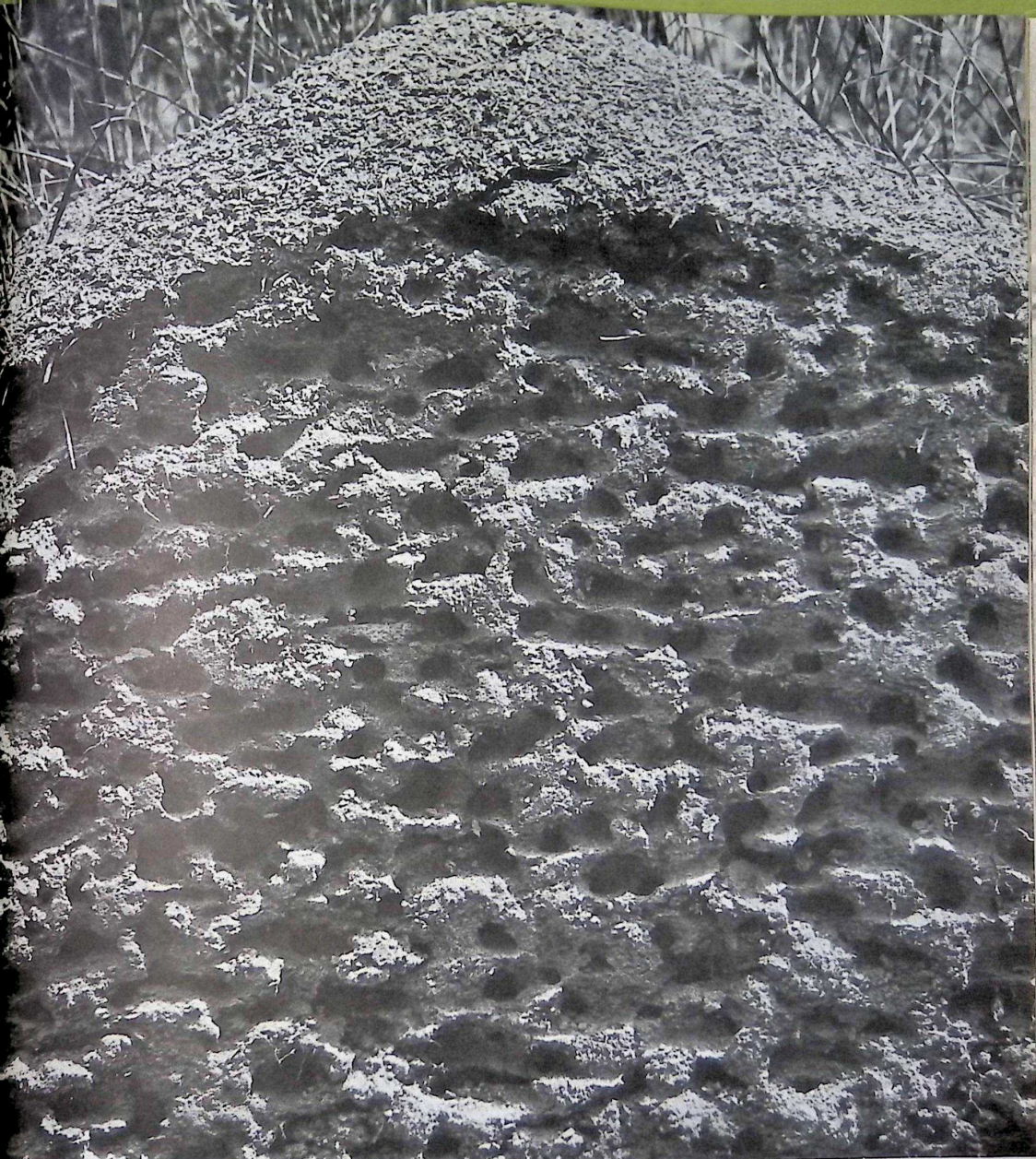
Ямы-ловушки и тропы между ними — работа личинок муравьиных львов. Эти личинки лежат на дне вырытых ими ям, готовые схватить любое упавшее туда насекомое.

Землекопы и строители туннелей

Во всем мире неустанно трудится огромное множество жуков, термитов, ос и других насекомых, строящих подземные гнездовые камеры и прокладывающих сложные лабиринты подземных переходов и трасс. Самые замечательные землекопы — муравьи. Их сложно устроенные подземные города часто простираются в лесной почве на многие десятки метров и вмещают более полумиллиона обитателей. Муравьи, снующие взад-вперед, прокладывают вокруг муравейника хорошо заметные расчищенные тропки, пересекающие подлесок словно сеть автомобильных дорог. Земля, вынимаемая при строительстве такого муравьиного города, стаскивается в огромную кучу, которая достигает иногда объема в несколько сотен кубических метров. По оценкам энтомо-

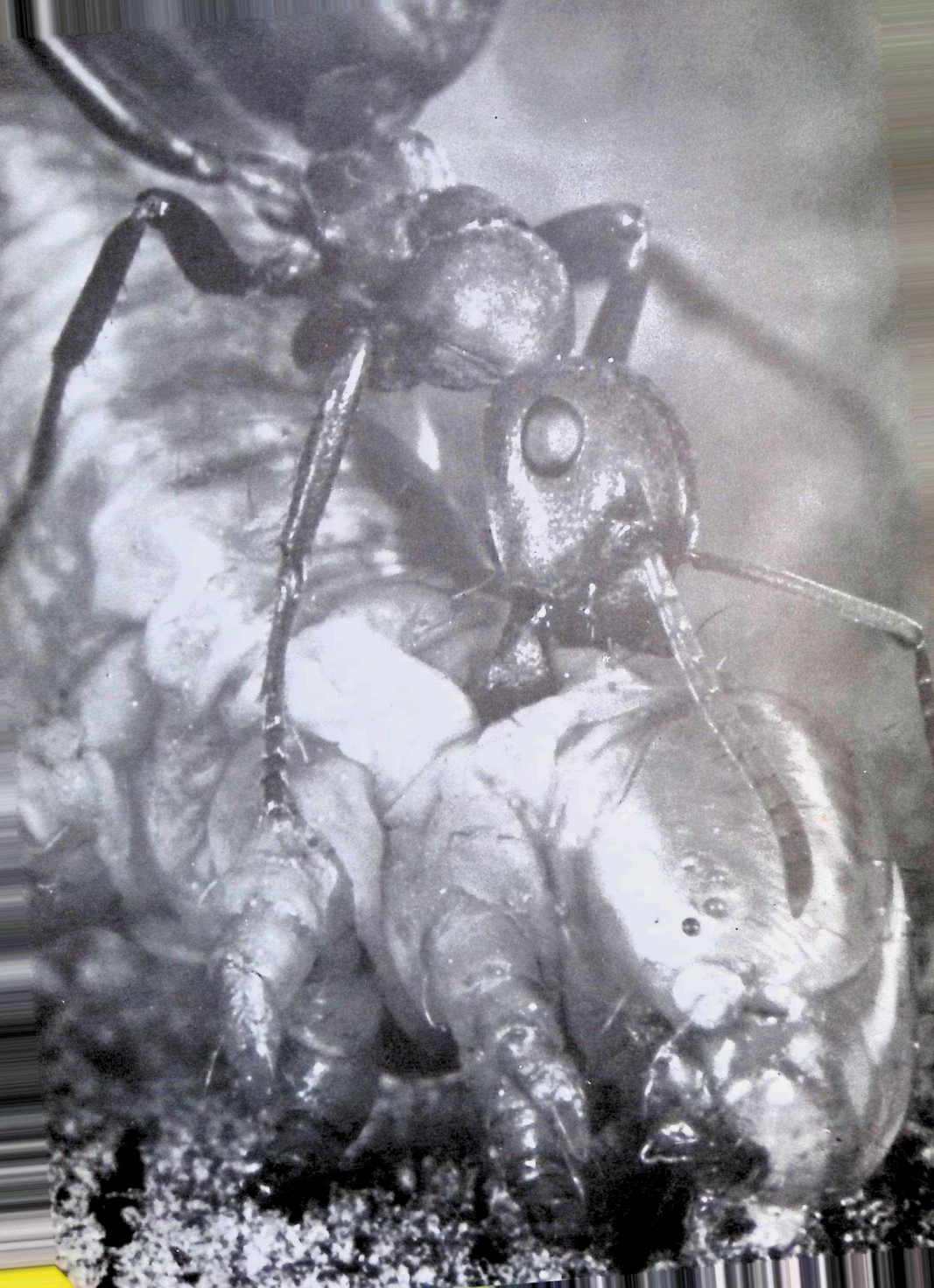
логов, бразильские муравьи за год на одном гектаре перемешают таким образом в среднем до 40 тонн почвы. Но чемпионом является, по-видимому, один североафриканский вид, который, как отмечали наблюдатели, переместил за 100 дней на площади около 15 квадратных метров более 1 тонны земли.

Среди врагов муравьев тоже есть великолепный землекоп. Это личинка муравьиного льва, выкапывающая в песчаной почве воронку-западню для насекомых. Ввинчиваясь в почву щетинистым задним концом тела, этот хищник взрыхляет ее и отбрасывает песчинки своей лопатовидной головой. Когда ямка готова, личинка прячется на дне и ждет, пока жертва свалится ей прямо в челюсти.



Североамериканский муравей *Formica exsectoides* часто строит огромные города. Высота этого сфотографированного в Пенсильвании муравейника — около метра, диаметр — более трех

метров. Летом община живет в верхних камерах, зимой отступает в глубокие галереи. Чтобы сделать снимок, часть гнезда срезали, а обнажившуюся часть колонии покрыли стеклом.



Бесстрашный рабочий муравей *Formica exsectoides* оседлал гусеницу во много раз крупнее его самого. Придерживая добычу острыми жвалами, муравей обрызгает ее выделяющейся из брюшка парализующей жидкостью, после чего оттащит неподвижную гусеницу в гнездо, и там его будут кормиться личинки.

5

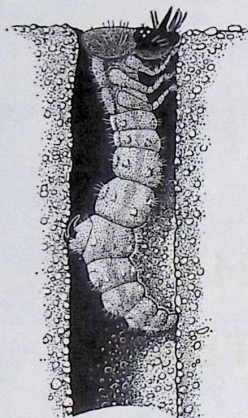
Охотники и жертвы

Песчаная дюна — одно из наименее удобных местообитаний. На раскаленных и почти лишенных влаги дюнах способны жить лишь очень немногие виды животных; в основном это насекомые, которые могут зарываться в грунт или улетать от обжигающего песка. Но даже в этом мире скудной растительности насекомые составляют разнообразное, подчас удивительно причудливое население. Большей частью это хищники, охотящиеся друг на друга или на несколько растительноядных видов, сумевших приспособиться к жизни в дюнах. Сложные переплетающиеся связи хищника и жертвы, паразита и хозяина прослеживаются здесь не менее четко, чем в учебнике биологии.

В негостеприимных дюнах нашли себе приют муравьи, питающиеся нектаром цветков тех редких растений, которые приспособились к жизни в песках, и термиты, которым удается обходиться древесиной кустов и деревьев, засыпанных движущимися песками. Водятся здесь и несколько видов одиночных пчел, строящих подземные ячейки и хранилища меда. Их трудом пользуется паразитическая пчела (пчела-«кукушка»): она летит за одиночной пчелой к ее норке и откладывает яйца в ячейку с медом, присваивая его таким образом для собственного потомства. Типичный дюнный охотник — роющая оса бембекс. Даже в разгар лета в самые жаркие дневные часы дюны кишат этими небольшими осами с ярко-желтыми или зеленовато-серыми полосками на черном фоне.

Бембекс в своей охоте руководствуется зрением — добывать пищу и копать норки он может только при свете дня. Но у него нет каких-либо морфологических адаптаций для защиты от жарких солнечных лучей, например теплоизолирующих волосков. Если бембекса насильно задержать на поверхности песка, он быстро впадает в оцепенение. Избежать перегрева ему помогает особая форма поведения. По мере удаления от горячей поверхности темпера-

УБИЙЦА В ЗАСАДЕ



Нападение личинки жука-скакуна напоминает действие детской игрушки «чертик в табакерке». Держа свою щитовидную голову вровень с отверстием норки, личинка ждет приближения жертвы, а затем выскакивает, делая при этом заднее подусальто и хватая добычу челюстями. На горбатой спине личинки есть два зазубренных крючка, которыми она цепляется в стенку норки, так что ее не в состоянии вытащить даже очень сопротивляющаяся жертва. Если угрожает какая-нибудь опасность, личинка расслабляет горб и опускается в глубь норки.

тура быстро спадает: уже на высоте 30 сантиметров над песком как минимум на 5°C холоднее. Оса кружит в этой более прохладной зоне, затем резко опускается к норке и принимается лихорадочно рыть передними ногами. Почувствовав перегрев, она ненадолго взмывает вверх и, освежившись, снова устремляется к песку, чтобы продолжить рытье. Так оса курсирует между горячим песком и прохладным воздухом над ним, пока не докопается до более глубокого, неперегретого слоя. Тогда она остается в норке и спокойно роет шахту почти метровой глубины.

Как и аммофила, бембекс сделал первый шаг к общественному образу жизни. Он снабжает гнездо мухами — до 20 штук в день — все время, пока личинка растет. И мухи, и жирная личинка бембекса — лакомый кусок для множества других хищников и паразитов. Осы-немки, у большинства которых самки бескрылы, бегают по раскаленным дюнам, разыскивая норку бембекса. Найдя гнездо, они кладут туда свои яйца, и выплывающие из них личинки съедают личинку бембекса.

Сами же осы-немки, точнее их личинки, часто становятся жертвой других паразитов — мух-жужжал, а те в свою очередь идут в пищу ктырям. Эти хищные мухи, летающие с быстротой сокола, ловят жертву в полете. Ктырь хватается добычу длинными шипастыми ногами и пронзает ее мощным хоботком. Но и ктыри в дюнном сообществе не могут избежать участи жертв, становясь добычей хищных бембексов.

И охотникам, и их жертвам приходится постоянно не только выслеживать «дичь» и ускользать от врагов, но и вести борьбу с жарой. Охотящиеся осы и мухи снуют туда-сюда в прохладном воздухе над дюнами. Бескрылые самки немки защищены густым волосным покровом. Некоторые жуки по мере изменения температуры передвигаются то вверх, то вниз по стеблям растений. Саранчовые просто вытягивают свои длинные ноги, поднимая тело над горячим песком; если жара усиливается, они взлетают на метр-два — в более прохладные слои воздуха.

Некоторые хищники выходят из положения, забиваясь в норки, которые они роют под обжигающей поверхностью песка. Одна из самых прожорливых — личинка жука-скакуна; она ест не меньше взрослого насекомого. Личинка строит вертикальную норку глубиной 25—50 сантиметров, диаметр ее — толщиной примерно с карандаш — чуть больше диаметра самой личинки. Голодная личинка держится у выхода из норки, пока какое-нибудь неосторожное насекомое не приблизится на расстояние броска. Огромная голова личинки прилепена к телу под прямым углом и используется как живой люк норы. Мощные кривые челюсти быстро смыкаются на любом приблизившемся к ловуш-

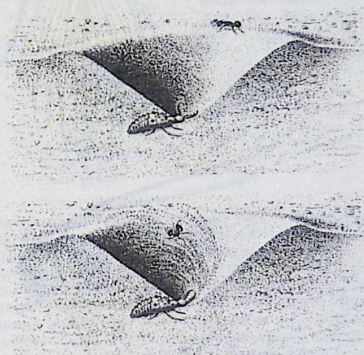
ке насекомом. Личинку же из шахты не сможет вытащить даже очень сопротивляющаяся жертва: на брюшке личинки есть специальный якорь-буголок с двумя большими крючками, которыми она зацепляется за стенки шахты. Насытившись, личинка опускается на дно шахты, в прохладу.

Под поверхностью горячего песка живет еще одна хищная личинка — муравьиный лев. Она выкапывает воронкообразную ловушку и прячется на дне, высунув из песка лишь голову и массивные челюсти, похожие на кривые сабли. Стоит муравью или какому-нибудь другому насекомому подойти к краю ямы, как песок обваливается и жертва падает прямо в челюсти поджидающего хищника. Иногда насекомому удается как-то удержаться на краю воронки, но муравьиный лев, вздергивая голову, обрушивает на него град песчинок до тех пор, пока жертва не соскользнет на дно воронки. А там, вцепившись в нее челюстями, личинка утаскивает ее под песок. В челюстях муравьиного льва имеются бороздки, по которым течет пищеварительный сок, всего за несколько минут парализующий добычу и растворяющий ее ткани, так что их можно высосать. Высосанный скелет хищник выбрасывает из воронки. Муравьиный лев, строитель ловчих ямок, живет только в рыхлой и сухой почве: влажный и слежавшийся край воронки не будет обваливаться вместе с барахтающейся жертвой. Поэтому муравьиные львы, многочисленные в пустынных районах и дюнах, встречаются и там, где им удается найти участок сухой, рыхлой почвы для своих ловушек — под краем скалы, под навесом или просто под склонившимся деревом.

Личинка муравьиного льва — неуклюжее жирное создание с непропорционально крупными челюстями. По мере дальнейшего развития она подвергается поразительному превращению: из куколки выходит грациозное насекомое с прозрачными крыльями и стройным телом, несколько напоминающее стрекозу-красотку, и улетает на своих слабых крыльях. Взрослое насекомое живет недолго: успевает только спариться и отложить яйца.

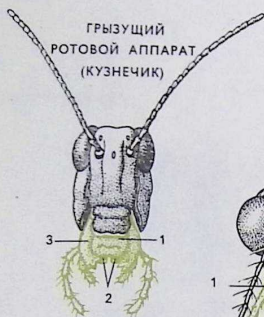
Гуляя по лесу или лугу, обычно не замечаешь непрерывающейся войны, которая идет между кишачищами здесь насекомыми. Стрекозы, мелькая на солнце, на лету схватывают добычу сложными в подобие корзинки ногами. Личинки нежной златоглазки — плотные, плоские и крайне прожорливые насекомые — обыскивают стебли и листья растений, высасывая попавшихся тлей и щитовок. Божьи коровки и их личинки пожирают несметные количества тлей. Богомолы, замерев, поджидают жертву и внезапно хватают ее длинными передними ногами, зажимающими добычу подобно тому, как складываются лезвия у перо-

ИГРА В КОШКИ-МЫШКИ

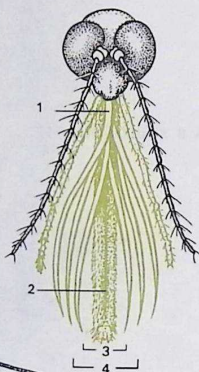


Чтобы добыча свалилась с края воронкообразной ямы прямо в раскрытую пасть муравьиного льва, насекомое обстреливает жертву мощными залпами песчинок. Но кровожадному хищнику редко удастся схватить добычу с первой попытки. Он снова и снова бросает свою жертву о стенки ямы, отпускает и вновь задерживает обстрелом, пока не повернет ее так, чтобы впрыснуть ей ледовитый пищеварительный сок. Затем хищник затаскивает добычу в песок и высасывает досуха.

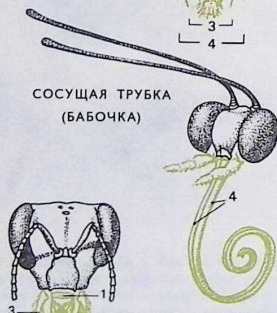
РОТОВЫЕ ЧАСТИ НАСЕКОМЫХ



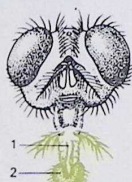
ГРЫЗУЩИЙ
РОТОВОЙ АППАРАТ
(КУЗНЕЧИК)



КОЛЮЩЕ-СОСУЩИЙ
РОТОВОЙ АППАРАТ
(КОМАР)



СОСУЩАЯ ТРУБКА
(БАБОЧКА)



Хотя ротовые части разных насекомых и различаются между собой, все они развились из одного исходного типа. Этот исходный план строения еще сохранили кузнечики и родственные им насекомые. Основные ротовые части — лабрум, или верхняя губа (1); лабиум, или нижняя губа (2), и две пары горизонтально движущихся челюстей — мандибулы (3) и максиллы (4).

чинного ножа. Наряду с этими довольно крупными хищниками, активно набрасывающимися на добычу, имеются незаметные паразиты, занятые откладкой своих яиц в тела других насекомых. Последние идут в пищу не самим паразитам, а служат живыми кладовыми для их потомства.

Среди наиболее ловких хищных насекомых — клопы-хищницы. Их около 2500 видов во всем мире. Они пользуются самыми разными способами охоты. Одни виды догоняют добычу и набрасываются на нее. Клоп-хищнец способен удержать даже крупную и быстро движущуюся жертву — у него на ногах липкие подушечки. В каждой из них до 75 000 волосков, покрытых тонкой пленкой маслянистой, прилипающей к телу жертвы жидкости. Другие виды хищников поджидают добычу в каком-либо подходящем месте. Существуют сложные и тонкие варианты такого способа ловли: либо хищницы вымазывают ноги в смоле хвойных деревьев, а потом выставляют эти липкие ловушки перед собой; либо они, особенно специалисты по ловле пчел, используют имеющиеся на ногах жесткими щетинками, в которых запутывается мохнатая добыча. Один вид хищников из Восточной Индии выделяет на нижней стороне тела ароматную и вкусную жидкость: сбегавшиеся на этот нектар муравьи отравляются им и легко становятся добычей клопа.

Поймав жертву, хищнец, чтобы ее убить, пускает в ход специализированные органы. Железы грудного отдела вырабатывают сильный яд, который с помощью особого приспособления в голове вырывается через хоботок в тело жертвы. Ядовитые железы хищницы устроены сложно. Две доли железы секретируют ядовитую жидкость, которую клоп может хранить в себе, по-видимому, сколько угодно долго; третья доля выделяет неядовитую жидкость, которая, очевидно, служит растворителем и чем-то вроде полоскания для промывки полых ротовых частей после того, как через них был пропущен яд. Во всяком случае, впрыснутая жидкость не только отнимает у жертвы возможность сопротивляться, но и размачивает ее ткани. Кроме нагнетательного насоса, в голове хищника есть и всасывающий — он перекачивает разжиженные ткани жертвы в пищеварительную систему хищника.

Каждому насекомому постоянно угрожает смерть — от других насекомых, от вооруженных длинным языком ящериц, змей, лягушек и жаб, от остроклювых птиц, от насекомоядных млекопитающих. Насекомые смогли выжить только благодаря развившимся в процессе эволюции разнообразным способам защиты и маскировки. Некоторые просто переживают опасность, «притворившись» мертвыми. Обычно такое насекомое падает на землю, плотно прижимает ноги к туловищу и остается неподвижным. Но тут возможны разные варианты: гусеница бражника поднимает

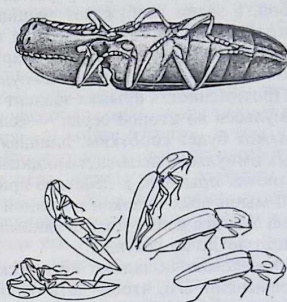
переднюю часть тела и наклоняет голову — в такой позе она несколько напоминает египетского сфинкса*. При виде опасности гусеницы некоторых пядениц замирают, странным образом изогнув тело. Обычно насекомое остается неподвижным лишь несколько минут, но ученые смогли продержат гигантского водяного клопа белостому в состоянии мнимой смерти восемь часов, то и дело пугая его. Считается, что неподвижная поза насекомого — результат блокирования реакции на прикосновение. Насекомое не реагирует на тактильные раздражители, и вся сенсорная система тормозится.

Многие насекомые, например сверчки, кузнечики, блохи, для спасения от врагов используют прыжок. Жук-щелкун в своей системе защиты объединяет прыжок, отпугивание звуком и имитацию смерти. Будучи схвачен, он издает громкий щелчок, который может испугать птицу и заставить ее бросить жука, и тогда жук, поджав ноги, падает на землю — обычно на спину. Несколько мгновений он лежит без движения, затем, резко изогнувшись, издает щелкающий звук и подбрасывает себя в воздух. Если он опять падает на спину, то снова изгибается и продолжает подпрыгивать до тех пор, пока не упадет на ноги и не уползет или взлетит.

Прыжок обыкновенного кузнечика — поразительное достижение эволюции. Это насекомое покрывает расстояние раз в 20 больше длины своего тела — человек, прыгающий так далеко, мог бы тремя прыжками преодолеть футбольное поле. Кузнечик прыгает и вертикально вверх, в человеческих масштабах — выше пятиэтажного дома. Его задние ноги отличаются от остальных и от ног большинства других насекомых тем, что они очень длинные и толстые, а угол между бедром и голенью невелик; зато он резко увеличивается, когда кузнечик отталкивается от земли. В результате его задние ноги не тянут, как у большинства насекомых, а толкают. Кроме того, обе задние ноги работают одновременно, а не поочередно, как почти у всех насекомых при ходьбе. Эволюция наделила задние ноги кузнечика такими мышцами, которые, действуя одновременно, могут развить стартовое усилие, почти в 8 раз превышающее вес самого насекомого. При толчке эти маленькие мышцы развивают усилие, примерно в 20 000 раз превышающее их собственный вес.

Иногда кузнечик прыгает без видимой причины, а иногда отказывается прыгнуть, даже если ему угрожает явная опасность. Очевидно, прыжок — это не просто автоматическая рефлекторная реакция: он контролируется целым рядом сложных

ВСТРОЕННАЯ ЗАЩЕЛКА



Перевернутый жук-щелкун сам становится на ноги благодаря механизму, напоминающему спусковой крючок пистолета. Перевернутое насекомое в силу упирается концом острого переднегрудного отростка в углубление на среднегрудь. Напряжение грудных мышц завершается мгновенным соскакиванием отростка с упора, при этом основания надкрылий резко ударяют по субстрату, подбрасывая жука вверх, после чего он обычно приземляется на ноги. Будучи схваченным птицей или ящерицей, он часто щелкает, и хищник от неожиданности роняет его.

* Латинское название некоторых бражников — *Sphinx*. — Прим. перев.

механизмов. Если бы таких управляющих механизмов не существовало, кузнечик постоянно прыгал бы по ложной тревоге и тратил впустую слишком много энергии. Кузнечики всегда прыгают при раздражении церков — двух хвостовидных придатков на конце брюшка. Эти органы чувств отвечают на незначительные изменения давления воздуха, которые могут быть вызваны звуковыми колебаниями, испускаемыми приближающимся врагом. Появление такого раздражителя вызывает импульсы, которые идут к нервам, управляющим мышцами ног. Первая серия импульсов тормозит нервные волокна, которые управляют обычной ходьбой, а затем возбуждает мышцы самой ноги, подготавливая их таким образом к немедленному действию. Теперь кузнечик «заряжен» и, как только возникнет вторая серия импульсов, он прыгнет. Протяженность прыжка зависит от количества импульсов во второй серии — если их немного, прыжок будет коротким; длинная же очередь частых импульсов вызывает мощный скачок. Чтобы кузнечик прыгнул, в действие приводится около 3500 мышечных волокон в каждой ноге, и, несмотря на это, вся цепь событий занимает лишь одну тридцатую долю секунды.

Многие насекомые обладают химическим оружием и применяют его, чтобы дать отпор агрессору. Некоторые просто плохо пахнут или отвратительны на вкус; попробовав их однажды, хищник обычно усваивает, что этот вид надо оставить в покое. Потроженные растительные клопы и златоглазки испускают секрет с гнилостным запахом. Ядовитые железы некоторых муравьев выделяют большое количество муравьиной кислоты; и хотя такой муравей не кусает, он способен стрелять кислотой из заднего конца брюшка на целых 30 сантиметров. У солдат некоторых видов термитов вся голова — а иногда и большая часть груди и брюшка — превращена в своеобразный пульверизатор, распыляющий жидкость, которая отпугивает муравьев — их исконных врагов. Шпанская мушка — на самом деле не муха и не «шпанская» (испанская), а распространённый в разных странах жук-нарывник — выделяет жидкость, которая вызывает волдыри на коже человека.

Один из самых совершенных видов оружия в мире насекомых принадлежит жуку-бомбардиру. Это создание оснащено настоящей пушкой; конец его брюшка превращен в «орудийную башню». Когда жук «стреляет», слышен хлопок и видно облачко «дыма», возникающее при соприкосновении защитной жидкости с воздухом. «Пушка», находящаяся в последних брюшных сегментах жука, выдвигается и изгибается в любом направлении, так что жук может «стрелять» вперед, назад или вбок. При нападении муравья или другого хищника жук немедленно нацеливает на него свою «орудийную башню» и выпускает заряд жидкости. По-

пав под брызги, муравей быстро отступает. Жидкость вызывает у него кратковременные судороги.

Это «огнестрельное оружие» очень эффективно: струя жидкости может быть прицельной, выстрелы следуют один за другим. Некоторые бомбардиры, бездействовавшие несколько дней, как оказалось, могут затем менее чем за 4 минуты произвести до 29 выстрелов. В одной серии опытов на бомбардиров натравливали крупных муравьев. В 200 отдельных стычках ни один жук не получил заметного повреждения. Бомбардиры справляются не только с муравьями и жуками, но и с такими опасными хищниками, как богомолы и пауки.

Сначала думали, что бомбардир просто выбрасывает жидкость, которая, выйдя из его тела и соприкоснувшись с воздухом, превращается в пар. Но совсем недавно было показано, что внутри жука на самом деле происходит взрыв. На конце брюшка находятся парные полости, которые служат резервуаром и камерой-реактором. Железы вырабатывают три химических вещества, которые хранятся в резервуаре, закрытом в обычном состоянии клапаном. Чтобы выстрелить, жук открывает клапан, и вещества перетекают во вторую, толстостенную полость, где под действием фермента-катализатора смесь взрывается и с силой выбрасывается наружу.

Многие насекомые используют цвет, рисунок и форму для маскировки под какой-либо предмет или другое насекомое. Пятнистые крылья одних бабочек напоминают опавшие листья; причудливый рисунок крыльев других делает их похожими на кору, покрытую лишайником. Некоторые бабочки достигли вершины в искусстве маскировки: их лишенные чешуек крылья так прозрачны, что через них просвечивает листва, на которую садится бабочка. Гусеница одной ночной бабочки выходит из яйца в начале осени и питается листьями березы; в это время она красновато-коричневого цвета с зелеными отметинами. Такая окраска хорошо гармонирует с расцветкой увядающих листьев. Зимой гусеница впадает в оцепенение, а весной просыпается в новом облачении — маскировочный зеленый цвет почти вытеснил коричневый.

У некоторых гусениц и кузнечиков наблюдается так называемое «обратное затенение»: верхняя сторона тела окрашена темнее, а по мере перехода к бокам и нижней стороне тела окраска постепенно светлеет. Солнечный свет падает на темную верхнюю сторону, а нижняя сторона остается в тени. Из-за «обратного затенения» создается впечатление, будто все тело освещено равномерно. Гусеница с такой окраской кажется плоской, хотя на самом деле имеет форму цилиндра. Эта иллюзия полезна для гусениц, живущих среди плоских листьев. В одном эксперименте часть гусениц ук-

репили на веточках темной стороной вверх, позволяя использовать эффект обратного затенения, а часть — темной стороной вниз. Ветки перенесли в вольер с сойками. Птицы нашли и съели гораздо больше перевернутых гусениц, нежели защищенных теневым камуфляжем.

Многие думают, что всякая покровительственная окраска скрывает. Это не совсем так. Напротив, некоторые типы окрасок делают насекомое ясно видимым, но при этом оно выглядит сучком, кусочком коры, листком или шипом, не привлекательным для хищника. Бабочка с такой покровительственной окраской кажется птице не насекомым, а опавшим листом. Если птица не ест листьев, она просто не замечает насекомого, сидящего у нее на виду. Самой фантастической маскировкой обладают те насекомые, которые напоминают сучки; они паразитично похожи на веточки кормового растения, подражая не только его цвету, но и деталям строения. У гусениц одного вида пядениц гладкое, стройное тело, схожее с веточкой березы, на которой они питаются. У гусеницы же, питающейся на дубе, более короткое, толстое тело с грубой поверхностью. На нем есть даже «рубцы», имитирующие следы прикрепления к сучку прошлогодних листьев. Такая морщинистая структура характерна для многих сучков. Ноги гусеницы так плотно цепляются за настоящий сучок, что место перехода сучка в гусеницу невозможно заметить — там нет никакой тени.

Некоторые противники теории покровительственной окраски в качестве аргумента указывали на тот факт, что многие процветающие виды насекомых имеют яркую окраску, которая не маскирует их, а скорее привлекает внимание. Опыт показал, что такие насекомые выживают именно благодаря своей кричащей окраске, а не вопреки ей. Многие из таких яркоокрашенных или разукрашенных насекомых обладают неприятным вкусом, запахом или ядовитым жалом, что делает их не привлекательными для хищников. Правда, отвратительный вкус или запах не спасет убитого насекомого, но если эти неприятные свойства сочетаются с предостерегающей окраской, большинство таких насекомых уже не подвергнется нападению. Бросающееся в глаза предостережение запоминается и в дальнейшем распознается хищником. Как правило, насекомые с предостерегающей окраской стараются держаться вместе, суммируя свои сигналы и увеличивая тем самым шанс, что хищник быстро усвоит урок. В жертву приносятся несколько насекомых, которых попробует хищник, но это идет на пользу всей популяции.

Необычный тип окраски свойствен некоторым богомолам, клопам, жукам, дневным и ночным бабочкам. Это яркие рисунки очень похожие на глаза позвоночных животных. Такие «глазчатые

пятна» часто расположены на тех участках тела насекомого, которые обычно скрыты от наблюдателя, например на крыльях, сложенных или закрытых надкрыльями, когда насекомое отдыхает. Когда же насекомое подвергается нападению, оно неожиданно выставляет эти участки тела. Проводились наблюдения за реакцией птиц, перед которыми бабочки то открывали, то закрывали свои глазчатые пятна. При приближении птицы бабочка внезапно разворачивала крылья, демонстрируя пятна. Птица тут же отскакивала, будто удивленная. Опыты повторили, считив с крыла чешуйки, образующие глазчатый рисунок: на этот раз птицы безбоязненно нападали на бабочек.

Насекомые с такими заметными глазчатыми пятнами имеют определенные преимущества перед другими в борьбе за существование. Одно из возможных объяснений этого явления состоит в том, что насекомоядные птицы узнают своих врагов, например кошек или сов, в том числе и по глазам. Видимо, насекомое для своей защиты использует страх птицы перед хищниками. Кроме того, глазчатые пятна, возможно, отвлекают внимание хищников от жизненно важных частей тела, переключая его на концы крыльев, повреждение которых не влечет за собой особенно серьезных последствий. Ящерица, кусающая пятно, хватает не само насекомое, а несколько пылевидных чешуек. Наконец, пятна могут способствовать защите в те критические часы, когда взрослое насекомое только что вышло из куколки, его крылья еще не затвердели и оно относительно беспомощно.

Среди пчел, ос и некоторых несъедобных гусениц особенно распространена черно-желтая окраска. Птицы, да и люди, как правило, не трогают таких насекомых, обнаружив, что они обычно неаппетитно пахнут или обладают жалом. Однажды попробовав такое насекомое, птица не скоро забудет его. У них долгая память на подобные сюрпризы: попробовав осу, одна птица не прикасалась к предлагаемым ей осам на протяжении восьми месяцев. Врожденного инстинкта, который повелевал бы избегать насекомых с такой окраской, у птиц нет: каждое поколение учится на своем собственном печальном опыте.

Научившись избегать яркоокрашенных несъедобных насекомых, птица отказывается и от других, съедобных, но с поразительной точностью перенивших цвет и рисунок несъедобных насекомых. Однако просто внешнего сходства мало: чтобы мимикрия была эффективной, подражатель должен и вести себя соответственно модели. Некоторые ночные бабочки, например, достигли вершин в подражании шершням. Мало того, что на брюшке у них есть длинные, похожие на жало придатки, они и ведут себя подобно жалоносной модели: изгибают брюшко, будто ищут, куда вонзить стилет. Крылья этих бабочек не имеют чешу-

ек и прозрачны, как крылья шершня; тело окрашено в черный и желтый цвета. Они имитируют полет шершня и даже летают не ночью, а днем. Неопытные птицы охотно поедают этих подражателей, пока не наткнутся на шершня, после чего начинают одинаково подозрительно относиться и к тем, и к другим. Опыты показали, что подражатель не обязательно точно воспроизводит рисунок опасного насекомого: некоторую защиту дает даже поверхностное сходство.

Чрезвычайно тонкие способы защиты появились не случайно, как не случайны огромные кривые челюсти хищника. Способы использования цвета и рисунка для обмана преследователей порой столь изощрены, что трудно поверить в само существование маскировки у этих животных. Откуда насекомое может знать, на что оно должно походить? Как ему удастся достичь такого совершенного сходства? Безусловно, не сознательным актом воли. Все подражания — результат удивительных возможностей эволюционного процесса: изменчивости и естественного отбора.

Агентами естественного отбора в таких случаях служат хищные животные: они нападают на тех животных, чью маскировку им удастся распознать быстрее. Крупное упущение в маскарадном одеянии означает немедленную гибель; выживают лишь те насекомые, которые случайно развили самый искусный камуфляж. Вероятно, покровительственная окраска впервые появилась как мутация у насекомого, не имевшего специальных средств защиты. Если у мутанта на крыльях имеются пятна, которые отпугивают, например, птицу, намеревающуюся его проглотить, то он выживет и сможет произвести потомство. Из многих сотен или тысяч его потомков выживут и размножатся в основном те, у кого есть этот полезный признак, хотя бы и слабо выраженный. Естественный отбор и в дальнейшем будет благоприятствовать тем насекомым, у которых на крыльях есть этот новый, отпугивающий птиц рисунок. Остальные будут больше подвержены нападениям, их число уменьшится, и они могут даже совсем исчезнуть.

На протяжении многих лет ученые неоднократно подвергали проверке теорию предостерегающей и покровительственной окраски, но почти все исследования подтвердили полезность такой окраски для вида. Тот факт, что предостерегающая окраска защищает насекомых от птиц, был доказан трехлетним экспериментом, в котором учитывалась пища, приносимая скворцами для птен-

цов в естественных условиях. На шею птенцов надевали специальные воротнички, мешающие им проглотить пищу. За три года скворцы принесли в гнездо 16 484 насекомых. Из них 4490 оказались жуками; среди них обнаружены только две распространенные яркоокрашенные божьи коровки — они неприятны на вкус. В гнездо попала лишь одна оса, пчел не оказалось вовсе.

В другой серии опытов соек, заранее выдержанных без пищи, пустили в большой вольтер, куда предварительно были помещены мертвые гусеницы пядениц и сучки, на которые эти гусеницы похожи. Сойки очень долго не замечали насекомых; они прыгали и клевали рядом с неподвижными гусеницами минут 40. Присутствие пищи они обнаружили лишь после того, как стали наступать на гусениц и, очевидно, сообразили, что эти мягкие тела могут оказаться съедобными. Тогда многие птицы принялись клевать гусениц, но, наткнувшись на несколько сучков, обескураженные, остановились.

Это исследование ясно показало, что гусеницы пядениц могут защищать от хищников неподвижность и сходство с растениями, на которых они питаются. Так как они живут не группами, а довольно разбросанно, птица, случайно наткнувшаяся на одну гусеницу, прежде чем найти вторую, достаточно наклюется сучков и бросит поиски.

Самый главный и единственный фактор, препятствующий тому, чтобы насекомые подчинили себе весь мир, — это смертельная война, которую они ведут между собой». Эти слова принадлежат энтомологу. Действительно, если бы каким-то образом исчезли обстоятельства, ограничивающие рост популяций насекомых, их численность возросла бы в фантастических масштабах. Если бы все потомство одной пары мух выжило и оставило личинок, а те в свою очередь тоже благополучно размножились, и так продолжалось бы в течение всего одного года, появившиеся на свет мухи смогли бы плотно забить сферу диаметром около 154 миллионов километров — больше, чем расстояние от Земли до Солнца. И в то же время, если бы не работающие против хищников покровительственная и предостерегающая окраска, неумолимое совершенство хищных животных могло бы резко уменьшить численность насекомых и даже вовсе уничтожить некоторые их виды. Человек гордится своим химическим оружием против насекомых, но самые эффективные «инсектициды» — это другие насекомые, а самая эффективная защита от хищников — подходящая маскировка.



Затаившись на открытом месте, гусеница бабочки-пяденицы обманывает насекомоядных птиц своим сходством с сучком.

ТОНКОЕ ИСКУССТВО ВЫЖИВАНИЯ

Быстрое размножение насекомых позволило им развить до совершенства бесконечное разнообразие приспособлений как для хищничества, так и для защиты от него. Среди них умение притвориться мертвым; снайперская стрельба дымом или зловонной жидкостью; яркие сигналы «не тронь меня»; маски для убийц; шелковые сети для ловцов и надувающие насосы для тех, кто в минуту опасности старается уstrasшить врага. На следующих страницах можно видеть сцены из жизни шестиногих «рыцарей плаща и кинжала».



На ветке дерева притаилось насекомое, имеющее форму сухого листа.

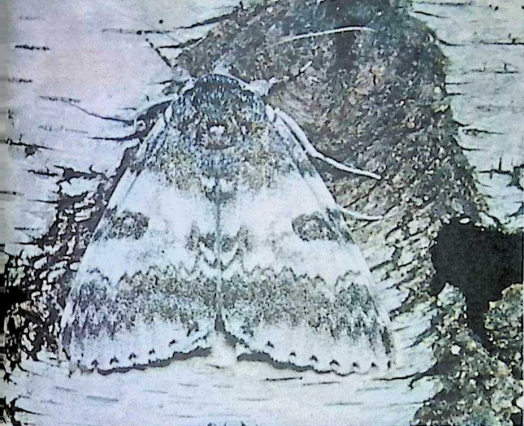
Умение исчезнуть

Большинство насекомых богато одарены способами защиты от своих врагов. Это и броня, и коконы, и всяческие шипы, и мощные челюсти, и крылья, и шприцы с ядом или же просто огромная плодовитость, компенсирующая потери от хищников.

Против более крупных, зорких, умных хищных животных — птиц, пресмыкающихся и млекопитающих — насекомым приходится применять в первую очередь затаивание в убежищах и маскировку. Маскировка может иметь много форм: слияние с фоном, мимикрия под сучки или листья, мимикрия под других насекомых, обладающих неприятным вкусом или ядовитым жалом. Некоторые лесные прямокрылые даже изображают свежесрезанные зеленые листочки, которые носят муравьи, и, опасаясь злых муравьев, к ним никто не прикасается.

Многие насекомые используют камуфляж на время отдыха. Ночные бабочки, например, часто пережидают опасное светлое время суток, распластавшись на коре дерева с подходящей окраской. Жуки и клопы отдыхают в бурой лесной подстилке у подножий деревьев. Гусеницы обычно проводят послеобеденный отдых на деревьях, изображая листья, сучки или птичий помет. Но когда насекомое активно и занято поглощением пищи, оно использует для защиты удивительные рисунки на спине. Тогда разноцветные пятна и переходы цветов, даже самые кричащие, точно имитируют движущиеся тени. Насекомое спокойно ползает и питается в относительной уединенности и безопасности.

Спина гусеницы соснового бражника украшена, словно огурец, светлыми и темными полосами, благодаря которым гусеница, прогрызающая себе дорогу среди хвои, выглядит как пучок горьких сосновых игл.



Один из многочисленных представителей семейства совок на коре березы.



Ночная бабочка из семейства хохлаток менее заметна на стволе сосны.

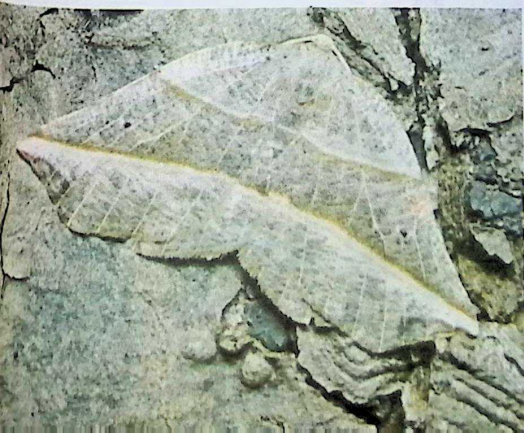


Морщинистый пятнистый клоп-щитник напоминает кусочек коры.



Крпчатый узор бабочки-совки хорошо сливается со многими лесными узорами.

Бабочка из семейства пядениц маскирует свои очертания широкими оттененными полосами на крыльях.



Покрытый белыми пятнами бражник притаился на стволе дерева, поросшего лишайником.



Яркая раскраска спокойно ползущей по веточке гусеницы большой гарпии хорошо сливается с фоном.

Опасные и не съедобные на вид

Если насекомое не умеет исчезать, лучший способ защиты для него — выглядеть опасным или отвратительным на вкус. Ярро-оранжевые пятна в камуфляже видов, изображенных на снимках справа, предупреждают птиц, что их обладатели горьки на вкус. Окаймленное белой полосой, контрастное седловидное пятно на спине гусеницы большой гарпии как бы расчленяет ее мясистое тело. Кроме того, светлая окраска верха гусеницы постепенно темнеет при переходе вниз, так что, когда гусеница кормится, прицепившись снизу к веточке, ее освещенное солнцем брюшко выглядит таким же темным, как затененная спина. Но гусеница не полагается на одну маскировку: если ее тронуть, она надувает страшное багровое «лицо» и поднимает безобидные «хвосты», которые обескураженный враг принимает за жала.



ЖУК-ЛИСТОЕД



КЛОП
ONCOPELTUS FASCIATUS



Но если гусеницу потревожить, она задирает конец брюшка и голову и приобретает весьма устрашающий вид.



ЖУК-УСАЧ
TETRAOPES TETRAOPHTALMUS



ГУСЕНИЦА БАБОЧКИ-ВОЛНЯНКИ



Гусеница томатного бражника еще ползет, увешанная коконами паразитов, которые уже уничтожили почти все ее внутренние органы.



Бедная тля выделяет капельки защитной жидкости, но ей все-таки не удается отогнать самку наездника, которая откладывает в ее брюшко яйцо.

Гусеница и паразит

Маскировка или пугающий внешний вид прекрасно защищают насекомых от некоторых более крупных хищников, но не надо забывать, что нередко самые страшные их враги — другие насекомые. Почти половина всех известных нам видов насекомых питается за счет других, многие из них — паразиты. Гусеницы на снимках сверху совершенно беспомощны перед осаждающими их крохотными личинками, которые в конце концов буквально съедают их заживо. Но и против этой страшной угрозы у насекомых все-таки су-

Огромную гусеницу тропической ночной бабочки от насекомых-паразитов защищают ядовитые волоски, а от хищных птиц — яркая окраска.





От гусеницы из семейства совок осталась одна оболочка, под которой скрываются медленно съедающие ее личинки паразитической мухи-тахины.

существуют остроумные средства защиты. У гусениц, показанных на нижних снимках, кожа защищена ядовитыми или липкими волосками, не позволяющими врагу приблизиться к их сочному телу и отложить в него яйца.

Самые примитивные насекомые-паразиты в конце концов убивают жертву, которой питаются. Более развитые обычно поддерживают враждебное «равновесие сил». Но некоторые виды, добившиеся наибольшего эволюционного успеха, работали симбиотические, взаимно приемлемые

отношения с хозяевами — так называемый мутуализм. Насекомые показывают пример сложнейших симбиотических взаимоотношений. Так, муравьи охраняют многих тлей всю их жизнь, от рождения до смерти, за то, что те выделяют сладкую «медвяную росу». Некоторые мелкие жуки живут только в муравейниках — муравьи держат их за возбуждающие запахи. Биологи до сих пор не решили, считать ли этих жуков симбионтами или просто «домашними животными», любимцами муравьев.

Гусеница бабочки-пальцекрылки выделяет из своих волосков капельки клея. К волоскам прилипли два перепончатокрылых паразита, пытавшихся отложить в гусеницу яйца.





Оранжево-коричневый клоп из семейства Phymatidae, притаившийся в узкой оранжевой чашечке цветка золотарника, напал на неосторожную муху-журчалку. Схватив ее когтями передними ногами, он быстро вошел в нее хоботком с парализующей жидкостью. Высосав муху, клоп отбросит труп и снова отступит в свое обманчиво красивое логовище, чтобы дожидаться новой жертвы. При других обстоятельствах муху

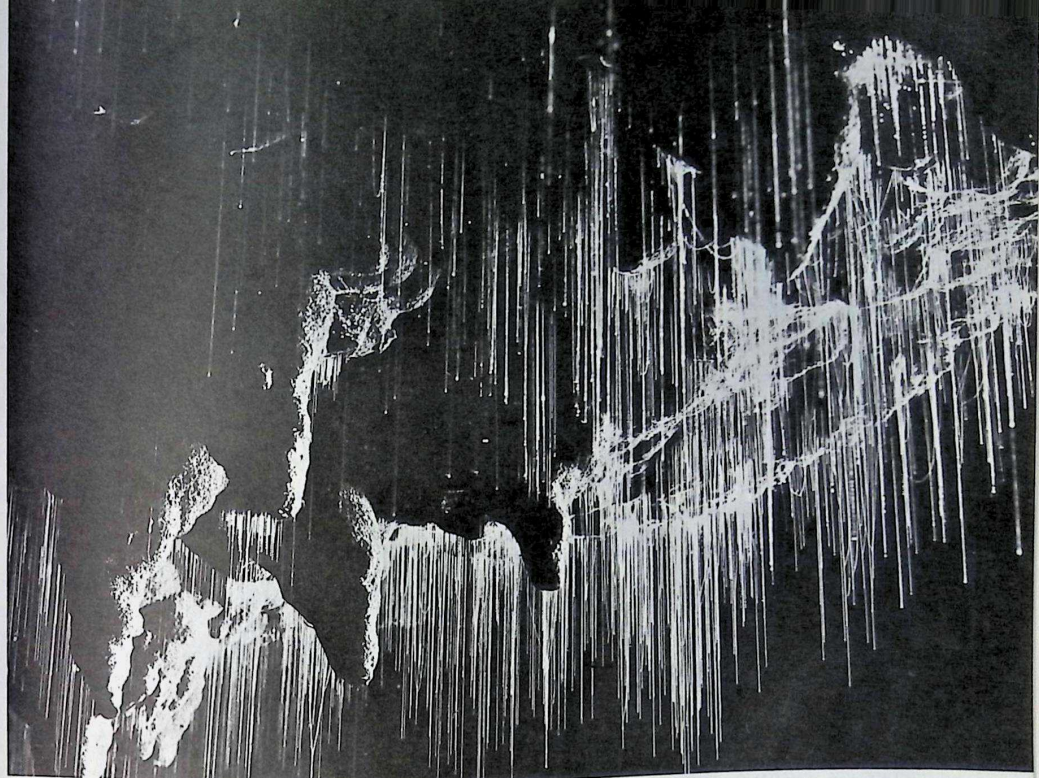


защитила бы ее внешность — обычно журчалки подражают пчелам и шершням. Но против клопа длиной более сантиметра, который обычно хватает крупных ос, такая маскировка не помогает. Как и мухи-журчалки, клопы-фиматидаы распространены очень широко и совершают свои стремительные нападения везде, где только есть подходящие для устройства засады цветки.



Над подземной рекой на сводах новозеландской пещеры Уайтомо можно увидеть небо, усыпанное звездами. Это сияют тысячи светящихся личинок, свесивших вниз, как удочки, шелковые

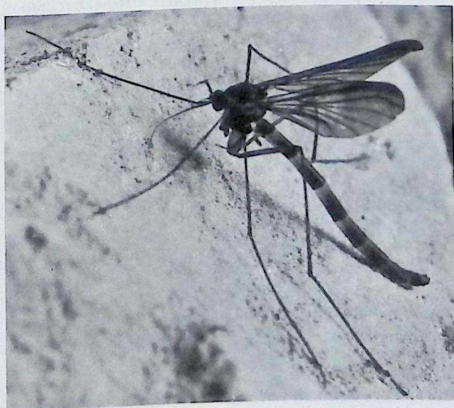
нити. Привлеченные светом, насекомые прилипают к нитям, и личинки подтягивают их к себе. Из личинки выходит потом комар *Arachnocampa luminosa*.



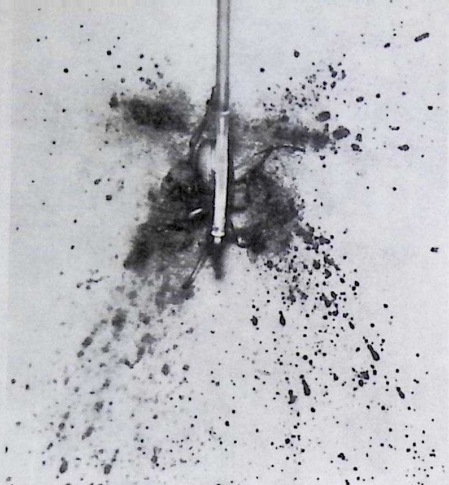
Если осветить свод, видны тонкие шелковые удочки-«сталякиты», которыми светящиеся червячки пещеры Уайтомо ловят свою добычу.

Живые искорки во тьме

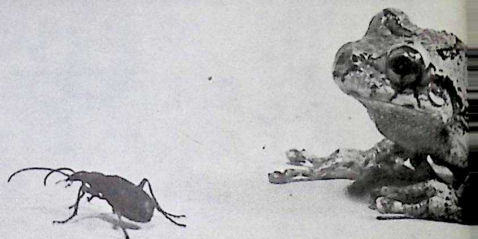
Единственная в своем роде пещера, показанная на снимке слева, населена светящимися комариками из семейства *Bolitophilidae*. Как и обычный жук-светляк, эти крошечные создания оживляют ночь своими огоньками благодаря сложным химическим процессам. Они синтезируют фермент люциферазу и с его помощью окисляют жир, люциферин, — возникает свет. Этот процесс свечения не имеет себе равных по количеству выделяемого тепла: он дает в 80 000 раз меньше тепла, чем пламя свечи такой же яркости. По-видимому, самоцветное сияние возникло в процессе эволюции случайно, но сегодня оно дает явные преимущества. Свет привлекает жертв и, кроме того, позволяет брачным партнерам сигнализировать друг другу, причем «световой код» различен у разных видов. Ровно светящиеся огоньки в пещере — это личинки комариков; мигающие огоньки — летающие взрослые насекомые.



Взрослый комар из Уайтомо несколько напоминает обычного комара, но, поскольку он живет в вечном мраке, его глаза значительно уменьшены. Это первая фотография комара из Уайтомо.



Крестообразный рисунок, оставленный «залпами» жука-бомбардира, доказывает, что жук, которого поочередно тревожили с четырех сторон, может точно нацеливать свою ядовитую струю.



Жук-бомбардир бестрепетно ожидает нападения лягушки.

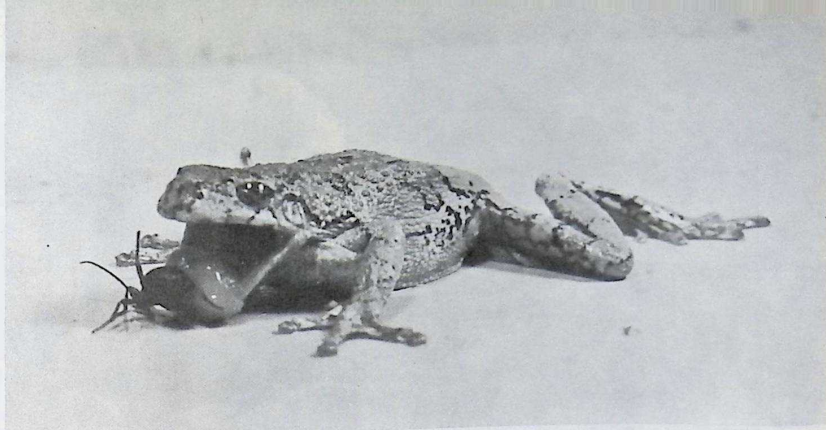
Задыхаясь от резкого запаха, раздражающего глаза и язык,

Химическое оружие насекомых

Каждый, кто хоть однажды растревожил муравейник или осиное гнездо, знает, что средства защиты у насекомых не всегда ограничиваются притворной смертью или угрожающей внешностью. Одни насекомые кусаются, другие колются, третьи просто издадут отвратительный запах. Обычная испанская мушка несет в себе жидкость, вызывающую нарывы. Некоторые златоглазки выделяют гнилостный запах. У одного вида термитов голова превращена в пульверизатор, распыляющий антимуравьиную жидкость. Иногда ядовитые вещества насекомых настолько сложны, что с трудом поддаются обычному химическому анализу в лаборатории.

Жук-бомбардир, показанный на этих страницах, секретирует три химических вещества — гидрохинон, метилгидрохинон и перекись водорода; смесь взрывается в присутствии катализатора. Все три вещества хранятся в специальных железах жука и в случае необходимости выделяются в камеру-реактор с прочными стенками, где смесь взрывается, очевидно, под действием какого-то фермента. Струя отпугивающего вещества выбрасывается точно в цель из гибкого протока в брюшке, который насекомое может поворачивать в любом направлении. Муравьи под действием этого вещества впадают в судорожное состояние, и даже лягушки боятся жука.





Когда лягушка уже готова захлопнуть свой ужасный капкан, жук выпрыскивает из брюшка едкую пахучую жидкость.

Лягушка отступает, а жук продолжает свой путь, лишь слегка ускорив шаг.





Тяжело нагруженные нектаром и пылью пчелы возвращаются в улей. Нектар они переносят в специальном зобике, шарики пыли удерживают на задних ногах рядами длинных крепких волосков.

6

Цветки, пыльца и пчелы

Дерево, растущее в лесу, осаждают мириады насекомых, ни одна его часть не остается не тронутой ими. От кончика корня и до вершины кроны насекомые жуют и сосут его. Тли и цикадки высасывают соки, пронзая листовую ткань своими хоботками; там и сям пасутся гусеницы; листовые минеры нашли себе удобное место в тонком слое между верхней и нижней сторонами листа и выедают извилистые ходы. Плоды прогрызают, нектар и пыльцу уносят. Жуки-точильщики отыскивают «слабые места» в коре, чтобы отложить туда яйца; через некоторое время их личинки вбуравятся в древесину. Муравьи-древоточцы выгрызают глубоко в стволе пустоты для гнезд. Орды насекомых объедают скрытые в почве корни. Даже в зреющие семена дерева насекомые откладывают яйца.

Ни одно из известных высших растений не избавлено от набегов насекомых — около половины известных видов насекомых растительноядны. Даже насекомые, не питающиеся растениями, по-разному используют их для защиты, отдыха и окукливания. Взаимоотношения между растениями и насекомыми очень сложны. Некоторые насекомые (например, бабочки) в личиночной стадии так жадно пожирают растения, что могут опустошить лес в разгаре лета, а взрослые особи опыляют те же растения, обеспечивая их плодородие и появление следующего поколения. Под непрерывными атаками насекомых некоторые растения развили средства защиты, например волоски, жесткие листья или отпугивающие ядовитые вещества. Но большинство растений выживают только благодаря своей плодовитости.

Насекомые питаются растениями. Это кажется вполне естественным; но известны и обратные случаи — существуют растения, которые питаются насекомыми. Плотоядных растений, которые могли бы угрожать человеку или

ЛИСТОВЫЕ МИНЕРЫ



Листовые минеры проводят весь срок своей личиночной жизни между верхней и нижней поверхностями листа, выедая лежащие там ткани. Некоторые виды проделывают в листе ряд характерных извилистых ходов, другие, как, например, показанная на рисунке гусеница моли-пестрянки, живущая в листьях дуба, вызывают появление на нижней поверхности листьев пятен, похожих на заплате.

Хотя листовые минеры (личинки мух, перепончатокрылых, чешуекрылых) особенно обильны в тропиках, они приносят много вреда сельскому хозяйству и северных широт, так как нападают почти на все семейства травянистых растений, кустарников и деревьев.

крупным млекопитающим, не существует (дерволюдою с Мадагаскара — миф), но многие виды с успехом ловят насекомых и других мелких животных. В мире около 450 видов плотоядных растений. У них развились самые разнообразные ловушки для насекомых — со скользкими или липкими поверхностями, шипами и захлопывающимися листьями-капканами. Одни похожи на кувшины, и насекомые в них тонут; другие действуют как стальные капканы, захватывая жертву; третьи ловят насекомых как бумага-липучка. Растения используют и различные приманки: запах, нектар, привлекающую раскраску или светящиеся точки. Все эти ухищрения — не случайность, они способствуют выживанию, так как, переваривая насекомых, растения получают азот и другие питательные вещества, например минеральные соли, отсутствующие в болотистой почве, на которой обычно они произрастают.

Одна из самых совершенных ловушек — подводная ловушка пузырчатки. Каждый маленький пузырек этого растения закрыт клапаном, который окружен длинными чувствительными волосками. Стоит водному насекомому или другому небольшому животному прикоснуться к одному из этих «спусковых крючков», как клапан быстро открывается и пузырек резко расширяется, засасывая воду с добычей. Затем клапан захлопывается и жертва переваривается. Позже остатки насекомого выбрасываются и ловушка готова к захвату следующей жертвы.

В противоположность сложному механизму пузырчатки саррацения устроена просто, но не менее эффективно. Ее лист в форме пустого сосуда — приманка, ловушка и желудок одновременно. Железы вблизи устья кувшинчика вырабатывают нектар, привлекающий насекомых на его край; последний покрыт скользкими волосками, которые образуют как бы санный спуск, ведущий в лужицу жидкости на дне. Насекомые слишком поздно обнаруживают, что их обманули. Крылатые насекомые пытаются улететь, но ударяются о стенки кувшинчика или о ту часть листа, которая нависает над входом, подобно крышке, защищающей кувшинчик от попадания влаги. Когда насекомое пытается вылезть, оно наталкивается на сплетение направленных вниз волосков. Попытки выбраться отбрасывают его все ниже, и наконец обессиленное насекомое падает в жидкость. Там его переваривают ферменты. Питательные вещества всасываются растением через стенки листа.

Попавшись саррацении, большинство насекомых гибнет, но есть насекомые, будто заигрывающие с этим опасным растением и не боящиеся утонуть в едкой жидкости. Они живут в кувшинчиках и больше нигде не встречаются; питаются эти насекомые за счет стенок кувшинчика или на-

секомы, пойманных растением. Двум видам мелких комаров для размножения необходима жидкость на дне кувшинчика: их личинки развиваются только в ней. Полагают, что эти насекомые защищены от переваривающего действия растительных ферментов имеющимися у них антиферментами.

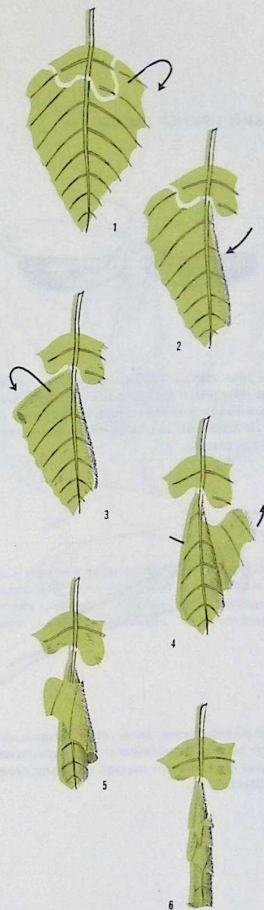
В устье кувшинчика саррацении откладывают яйца три небольшие бабочки. Вылупляющиеся гусеницы готовят себе уютное убежище, заплетая устье кувшинчика шелком или выедавая ткань под устьем, отчего верхняя часть кувшинчика отмирает и падает, закрывая вход. Защищенные от непогоды и хищников, гусеницы питаются и перезимовывают в этих закрытых камерах. Перед самым окукливанием они прорезают выход, чтобы, превратившись в бабочку, вылететь через него. Чтобы камеру не затопило дождем, гусеница проделывает еще одно отверстие на дне кувшинчика — для стока воды.

На острове Шри Ланка есть растение, которое ловит насекомых, но не поедает их. Его цветки привлекают мух своим запахом и расцветкой, и когда насекомое заползает в цветок, множество изогнутых волосков на лепестках мешает ему выйти. Пленные мухи, пытаясь найти выход, опыляют цветок. Через некоторое время цветок приоткрывается и мухи вылетают.

Итак, мы уже знаем, что многие насекомые питаются растениями, некоторые растения поедают насекомых, но есть примеры и обоюдных союзов. Наполненные мякотью шипы одного акациевого дерева в тропиках Нового Света почти всегда заселены муравьями. Муравьи выедают мягкую сердцевину и используют полувывшуюся полость как гнездо. Их «поощряют» к этому выделяемая деревом сахаристая жидкость и крошечные ложные плоды, растущие на его листьях. Как полагают, драчливые муравьи в свою очередь полезны дереву тем, что отпугивают других насекомых и даже млекопитающих, которые поедают листья. Муравьи живут в симбиозе и с некоторыми тропическими растениями — эпифитами, которые растут высоко на ветвях деревьев, не касаясь почвы. У основания многие из этих растений часто пронизаны камерами и туннелями; муравьи живут в этих губчатых образованиях, нанося туда почву и полезные для растений органические вещества. Считалось, что муравьи и эпифиты совершенно необходимы друг другу, однако теперь выяснилось, что эти «мирмекотфильные» растения могут расти и без насекомых, но некоторые виды муравьев гнездятся только в них. Выходит, что партнерство это довольно одностороннее, гораздо более выгодное для муравьев.

Но основной процесс, в котором проявляется взаимная польза, приносимая насекомыми и

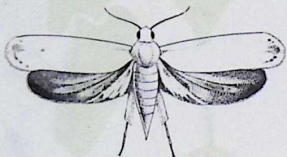
БЕРЕЗОВЫЙ ТРУБКОВЕРТ



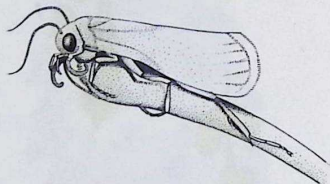
Березовый трубкаверт уникальным образом превращает листья в уютные домики, предоставляющие выходной из яйца личинке и защиту, и пищу.

Сделав в листе два S-образных надреза (1), самка ногами сворачивает половинку листа в конус (2). Затем она обматывает вокруг конуса другую половинку, закручивая ее в противоположном направлении (3, 4 и 5). Наконец, она заползает в конус, делает во внутренней части листа несколько надрезов и в каждом из них укрепляет яйцо. Всего через час после начала работы трубкаверт уже подворачивает кончик листа (6), чтобы закрыть хищникам доступ к личкам.

КЛАССИЧЕСКИЙ ПРИМЕР СИМБИОЗА



Мутуализм — это такие взаимоотношения между организмами, которые полезны, а иногда и жизненно необходимы обеим сторонам. Крошечная юкковая моль не может обойтись без цветка юкки, на котором она живет. А без моли вымерло бы это пустынное растение.



Выполняя свои обязанности, моль своеобразно изогнутым хоботком собирает пыльцу с пыльника юкки и переносит ее на другой цветок. Там она вталкивает пыльцу в рыльце пестика, тем самым опыляя цветок.

растениями друг другу, это процесс опыления. Поля, луга, леса полны цветов, и, чтобы они дали плоды и семена, насекомые должны их опылять. Пыльцу надо перенести от растения к растению так, чтобы каждый вид получил соответствующую пыльцу. Ее надо поместить точно на женские органы цветка, причем сделать это надо быстро, так как многие цветы раскрываются ненадолго. Огромная армия насекомых выполняет эту гигантскую работу с поразительным успехом. Муравьи и жуки ползают по цветкам, дневные и ночные бабочки запускают в них свои длинные хоботки, мухи и осы жужжат в море лепестков, ловкие и целеустремленные пчелы без усталости совершают свои рейсы.

Теоретически опыление — простой процесс. Растения выработали приманки для насекомых — нектар и пыльцу. Насекомое трется о пыльценосные органы цветка, покрывается пыльцой и уносит ее к другому цветку того же вида. За миллионы лет растения, привлекающие насекомых, и насекомые, собирающие пыльцу, развили многочисленные тонкие усовершенствования. Так, густой волосистой покров рабочей пчелы удерживает пыльцу. Гребнеподобные образования на ногах собирают ее с тела и переносят в корзиночки на задних ногах. Ротовые части многих насекомых сильно вытянуты, чтобы доставать нектар из глубоких колоколоподобных и рожковидных цветков. У одной ночной бабочки с Мадагаскара длина хоботка достигает 23 сантиметров.

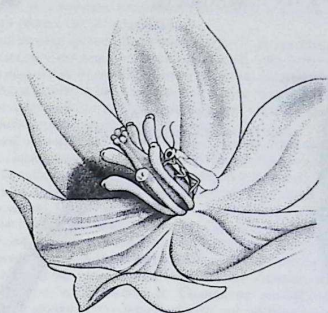
Части цветка калымины расположены так, что один визит пчелы практически гарантирует перекрестное опыление. Цветок имеет форму бокала, в центре которого выступает женский орган — пестик. Пестик окружают 10 пыленосных тычинок. Если бы они стояли прямо, то могли бы соприкоснуться с рыльцем пестика и опылить его собственной пыльцой. Но тычинки отогнуты наружу и вниз, как маленькие пружинки, и их кончики зажаты в узких вырезах лепестков. Когда пчела прилетает на цветок калымины, она прежде всего сталкивается с торчащим пестиком. Пыльца, застрявшая на волосках тела пчелы при посещении другой калымины, попадает на рыльце и оплодотворяет цветок. Затем, когда пчела спускается за нектаром на дно бокала, она задевает тычинки. Они вырываются из вырезов, срабатывая как катапульты, и забрасывают пчелу новым грузом пыльцы, который она перенесет на следующий цветок.

У цветков есть и другие механизмы для стопроцентного использования насекомых, постоянно навещающих их в поисках нектара и пыльцы. Некоторые цветки открываются и закрываются всегда в определенное время дня, и пчелы, пользуясь своими биологическими часами, посещают их в соответствующее время. Орхидея венерин

башмачок имеет наполненную нектаром западню, в которую попадает прилетевшее насекомое; чтобы выйти на волю, насекомому приходится по дороге не только опылить цветок, но и набрать пыльцу для следующего. Пыльца ваточника собрана в комочки вроде маленьких сережек: когда насекомое устраивается на краю цветка, чтобы высосать нектар, комочки пыльцы прилипают к его ногам и переносятся на другой цветок. У некоторых тропических орхидей развились цветки, похожие на самок-пчел. Они раскрываются, когда самцы уже вышли, а куколки самок еще лежат в своих ячейках. Самец, вылетев на поиски самки, рано или поздно натолкнется на цветок орхидеи, который так похож на пчелу-самку, что обманывает даже самца. Пытаясь спариться с пыльценосными частями цветка, самец вымывается в пыльце и переносит ее на следующий цветок, который тоже соблазняет его своим внешним видом.

Жизнь маленькой юкковой моли *Pronuba* так тесно переплетена с жизнью алоэлистной юкки, встречающейся на юго-западе США, что моль без этого растения не могла бы производить потомство, а растение без моли — давать семена. Самка этой моли прокалывает яйцекладом стенку завязи цветка и откладывает туда яйца. Затем она собирает комочек липких пыльцевых зерен и прикрепляет их к рыльцу пестика. Без этого не завяжутся семена, и гусеницы, питающиеся семенами юкки, останутся без пищи.

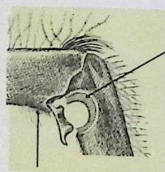
Но юкка дает гораздо больше семян, чем могут съесть гусеницы, и тем самым обеспечивает как собственное выживание, так и выживание моли. Осенью гусеницы проедают отверстия в стенках завязи и падают на землю, где роют норки и окукливаются. Весной появляются взрослые бабочки, они разыскивают новые цветки юкки, и цикл повторяется.



Растение же предоставляет свои семена для питания личинок моли. Насекомое откладывает яйца у основания завязи, и выходящие личинки поедают семена, а остающегося излишка семян хватает, чтобы обеспечить продолжение рода юкки.

Цветки посещают многие перепончатокрылые, но ни одно из них, включая знаменитого опылителя — шмеля, по эффективности опыления растений не сравнится с пчелой. Медоносные пчелы потому являются главными опылителями, что вся их жизнь целиком подчинена сбору нектара и пыльцы. Однако роль медоносной пчелы как опылителя иногда несколько преувеличивают. Говорят, что, если бы не стало пчел, цветы не цвели бы, плоды не появлялись и исчезли бы многие привычные нам растения. Это глубокое заблуждение. Когда европейские колонисты впервые прибыли в Северную Америку, они встретили там изобилие цветов, фруктов и овощей, но медоносных пчел не было. Почти 50 лет первые поселенцы успешно выращивали в Америке привычные для них европейские культуры. Опыление про-

НОГИ ДЛЯ ВСЕХ РАБОТ



ВЫРЕЗКА ДЛЯ ЧИСТКИ
АНТЕНН

ЩЕТОЧКИ ДЛЯ ЧИСТКИ ГЛАЗ

Каждая пара пчелиных ног выполняет свою функцию. Задние ноги соскребают пыльцу одна с другой и складывают ее в специальные корзиночки (в зеленом прямоугольнике на верхнем рисунке). Жесткие волоски на средних ногах счищают пыльцу с груди и передних ног. Острая маленькая шпора (отмечена зеленым в центре) собирает воск с восковых желез брюшка. Разветвленными перистыми волосками передних ног пчела собирает пыльцу. Кроме того, одно из сочленений передней ноги имеет специальную щеточку для чистки глаз и вырезку с волосками, через которую пчела протягивает антенны, очищая их.

водили многочисленные местные насекомые. Но после того как леса были вырублены, а луга распаханы, численность местных опылителей значительно уменьшилась. В XVII веке в Новый Свет были завезены медоносные пчелы, которые заполнили брешь в армии опылителей и трудятся с замечательной эффективностью. Пчелы собирают нектар и пыльцу с самых разных растений, но пчелы одного улья концентрируют свои усилия на одном виде растений, на небольшой площади, обеспечивая таким образом перекрестное опыление этого вида. Кроме того, медоносные пчелы наполовину одомашнены и их ульи легко перевезти с места на место.

В летний сезон каждая пчелиная семья чрезвычайно активна: пчелы влетают и вылетают, ползают по сотам, складывают мед и пыльцу, заботятся о молоди. Во всем этом кажущемся беспорядке есть, однако, строгое разделение труда. Многие полагают, что деятельность каждой рабочей пчелы специализирована: она либо строит ячейки, либо ухаживает за молодой, либо летает за взятком. Это не так. Каждая рабочая пчела проходит по очереди через все должности, меняя свою специальность в зависимости от возраста. Так как беспрерывно подрастают новые поколения, в улье всегда есть пчелы разной «специальности».

В течение примерно двух недель после выхода из куколки пчела занята в основном обслуживанием. Из ячеек с запасами она приносит мед и пыльцу матке, трутням (самцам) и личинкам. Это нелегкая работа, так как в среднем каждая личинка требует ежедневно около 1300 порций пищи. Пчела взрослеет, и железы на нижней стороне ее брюшка начинают выделять воск. Теперь она работает на сотах. Воск выделяется между сегментами брюшка, пчела снимает его задними ногами и передает передним; затем она старательно пережевывает комочек воска и вкладывает его в стенку одной из ячеек. Пчелы-работницы среднего возраста, кроме строительства новых сотов, заняты содержанием улья в чистоте и стоят на страже у входа. Именно они, а не все пчелы жалят каждого, кто слишком близко подойдет к улью.

В отличие от гладкого стилета осы пчелиное жало снабжено маленькими зазубринами, которые подобно зазубринам на иглах динобразы, не позволяют вытащить жало из ранки. Ужалив, пчела пытается улететь, при этом задняя часть брюшка отрывается и насекомое умирает. Такое устройство пчелиного жала нельзя назвать неудачным, напротив, оно полезно для улья, так как делает это оружие более эффективным. В оторванной части брюшка находятся ядовитая

железа и нервы, управляющие ею. Этот аппарат продолжает впрыскивать яд даже после того, как умирающая пчела отлетит. Попытки вытащить жало приводят только к тому, что из железы в ранку выдавливается добавочная порция яда. Столь успешная защита улья от падкого на мед медведя или другого хищника вполне оправдывает потерю нескольких бесплодных самок из большого населения улья. Используя жало против других насекомых, пчела не расстается с жизнью: за скелет насекомого зазубринки не цепляются.

Примерно через три недели после выхода из куколки пчела вступает в последнюю фазу своей жизни — старость. В активные летние месяцы продолжительность жизни рабочей пчелы не превышает пяти-шести недель. Когда работница вылетает за взятком, ее лучший возраст уже позади. Поэтому логично, что пчела принимается за эту изнурительную и опасную работу только после того, как выполнит другие свои функции. Ведь за пределами улья пчеле угрожает множество опасностей. Но не все работницы успевают до конца года состариться и стать сборщицами. Те, что вывелись в конце лета и осенью, переживают зиму, когда не воспитывается расплод, и весной ухаживают за первым выводком. Матка живет четыре-пять лет.

Старые пчелы ищут за пределами улья не только нектар и пыльцу, но и воду, сырье для прополиса и, возможно, балзам. Прополис вырабатывается из древесной смолы, пчелы замазывают им щели в улье и мелких незваных гостей, зажав их до смерти. Балзам — вещество, похожее на прополис, но более жидкое: им отделяется внутренность ячейки перед откладкой яйца. Пока не установлено, собирают ли пчелы балзам или секретируют его*.

И наконец, рабочие пчелы приносят очень много воды — она нужна, чтобы охлаждать улей, поддерживать высокую влажность и разбавлять мед, когда он становится слишком концентрированным.

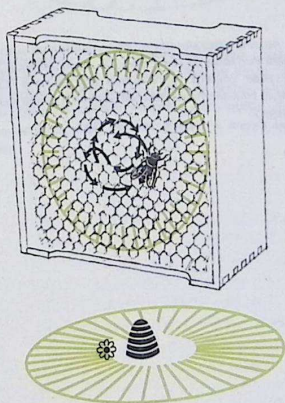
Но в основном ведется сбор пыльцы и нектара. Нагруженная сборщица подчас возвращается в улей с шариками пыльцы диаметром около полусантиметра в ножных корзинках. Пчелы собирают нектар с самых разных цветов, но каждая пчела обычно придерживается определенного вида растений, пока его цветение не кончится. Нектар всасывается хоботком и накапливается в органе, называемом медовым зобиком. Чтобы наполнить

ЯЗЫК ПЧЕЛ

У рабочих пчел развились два типа танца, позволяющие им «рассказывать» друг другу о том, где можно найти нектар: круговой танец для тех случаев, когда пища недалеко, и виляющий — для указания удаленных ее источников.

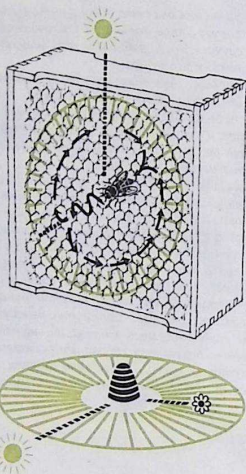
Круговой танец проще. Вернувшись в улей, разведчица отрыгивает каплю нектара и этим сообщает, что источник находится в радиусе не более 100 метров от улья. Потом она вертится на одном месте, а окружающие ее пчелы стараются уловить запах, исходящий от ее тела. Затем они вылетают из улья и ищут поблизости цветки этого вида.

Виляющий танец указывает пчелам направление на источник нектара, находящийся на расстоянии более 100 метров от улья. Пчела выписывает сплюснутую восьмерку с прямой линией между петлями. Эта линия служит стрелкой, указывающей направление: конечно, не прямо на цветок, а на сколько в полете надо отклониться вправо или влево от Солнца. Танцующая пчела выписывает восьмерку на сотовом так, будто Солнце расположено точно сверху, независимо от того, в какой точке небосвода оно находится на самом деле. Затем она бежит по прямой, отклоняясь от воображаемого Солнца на определенный угол вправо, если цветок находится справа от настоящего Солнца, и влево, если цветок — слева. Пчелы запоминают этот угол и, разыскивая нектар, используют полученные сведения.



Круговой танец исполняется в том случае, если источник нектара совсем близко. Танец стимулирует пчел искать пищу в непосредственной близости от улья. В этом танце Солнце как ориентир не используется, поэтому и не указывается направление поиска.

* По одной теории, балзам состоит из смолистых веществ, содержащихся в оболочке зерен пыльцы. Он образуется в процессе пищеварения и отрыгивается пчелой по мере надобности. — Прим. перев.



Вильющий танец исполняется, если источник нектара удален. Он позволяет указать другим пчелам, куда лететь за нектаром. В нашем случае цветок находится примерно в 120° слева от солнца и пчела соответствующим образом расположила на себе свою восьмерку.

зобик, пчеле приходится посетить 1000—1500 отдельных цветков в соцветиях клевера. Чтобы приготовить наперсток меда, надо принести около 60 полных взятков нектара. Тем не менее в благоприятный сезон в улье ежедневно прибавляется до килограмма меда — результат примерно пяти миллионов вылетов сборщиц.

Содержимое желудка пчелы не принадлежит ей самой; большую его часть она отдает улью. Чтобы подкормиться в полете, пчела-сборщица открывает клапан, который пропускает немного нектара из зобика в желудок. Вернувшись в улей, пчела опустошает зобик, отрывая нектар прямо в рот более молодых пчел. Они, то глотая, то снова отрывая капельку, прогоняют нектар по своим язычкам; при этом часть воды испаряется и нектар концентрируется. Секреты желез еще больше изменяют его. В медовых ячейках испарение воды продолжается и нектар, постепенно стужаясь, превращается в мед.

Функция, выполняемая пчелой-работницей, зависит, по-видимому, от стадии ее развития. Между шестым и четырнадцатым днем взрослой жизни работницы железы, находящиеся в ее голове, секретируют вещество, называемое маточным молочком, или королевским желе. Оно необходимо для питания личинок и матки. Позже эти железы уменьшаются в размере, зато достигают полного развития восковые железы и работница переключается на строительство ячеек. Во всяком случае, так бывает в активном улье, где много пчел всех возрастов. Но не следует забывать о трудных периодах в жизни улья, особенно в холодную зиму.

Ученых давно интересовало, насколько жестко деятельность пчелы контролируется секретцией желез. В одном эксперименте из улья удалили всех старых пчел-сборщиц, оставив только молодых работниц. Никто не приносил пищу, и запасы в сотах быстро истощились. Некоторые пчелы лежали неподвижно, умирая от голода, другие вытаскивали личинок из ячеек и высасывали их. Внезапно часть молодых пчел с еще работающими кормовыми железами вылетела на сбор пищи. Этот эксперимент показал, что поведением пчел управляет в конечном счете не состояние желез, а состояние колонии. Действительно, кормовые железы пчел, вылетевших за взятком, скоро изменились в соответствии с новым поведением пчел и сократились в размерах. В естественных условиях столь тяжкие нарушения обычной жизни здорового улья вряд ли возможны. Но случайные изменения в потребностях колонии все же бывают, например если вблизи открыт обильный источник нектара или если расплод необыкновенно велик. Тогда пчелы могут удовлетворить потребности

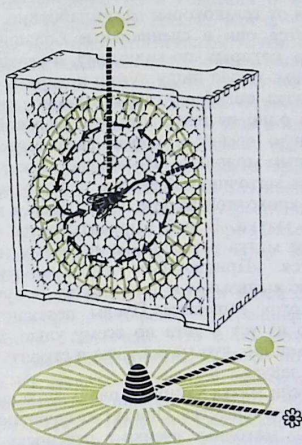
семьи, разлив нужные железы раньше или позже положенного срока; ими управляет не календарь, а необходимость.

Но как пчела узнает о том, что улью требуются сборщицы? Исследования пчелиных семей в стеклянных наблюдательных ульях показали, что каждая пчела сама получает необходимую информацию о нуждах улья, и происходит это во время, казалось бы, бесцельных блужданий по улью. В ходе такого «осмотра» пчела заглядывает в пустые ячейки, проверяя, вычищены ли они, осматривает личинок, выясняя, не нужно ли их подкормить. Если все в порядке, пчела бездельничает, хотя это и кажется несовместимым с нашими представлениями о трудолюбии пчел. Праздные работники необходимы улью точно так же, как армии — резервные части. Пчелиные резервы в любой момент могут быть призваны для защиты улья или для вентиляции его усиленными движениями крыльев.

Организация работ, которые требуют совместного действия многих пчел, более сложна. Если летом улей перегревается, пчелы начинают его охлаждать. Сначала они машут крыльями, но температура снаружи продолжает расти, и простой вентиляции недостаточно. В улей надо принести воду и способствовать ее испарению. Пчелы выполняют это так же, как сгущают нектар, — выпускают каплю за каплей на свои язычки, пока вода не испарится. Такое водное охлаждение часто приносит замечательные результаты. Один улей, выставленный на солнцепек, нагрелся почти до 70°C, но внутри температура не превышала 35°C.

Читатель может подумать, что пчела чувствует, когда гнездо требует охлаждения, и летит на поиски воды. Но это не так: необходимость охлаждения замечают, очевидно, молодые работницы, еще не вылетавшие из улья и не знающие местности. Собирают же воду только старые работницы, а молодые испаряют ее, разнося по улью капельки, принесенные сборщицами. Вернувшись в улей и передавая принесенную капельку воды, сборщица успевает за это короткое время узнать, требуется ли еще вода. Если улей по-прежнему перегрет, молодые пчелы-испарительницы принимают воду очень охотно. Их явная жажда показывает, что вода все еще требуется, и сборщица отправляется в следующий рейс. Если же к моменту ее возвращения улей уже охладился, испарительницы не проявляют особого энтузиазма и сборщица прекращает полеты.

Рабочие пчелы (недоразвившиеся самки) выполняют все работы в улье, они даже изредка откладывают неоплодотворенные яйца, из которых выходят трутни (самцы). Но главный производитель яиц — матка. Она в улье одна; един-



Если цветок примерно на 70° справа от Солнца, соответственно изменяется и положение восьмерки. Кроме того, цветок находится очень далеко, и пчела сообщает об этом, медленно виляя брюшком на прямом участке восьмерки. В первом случае (см. рис. на стр. 130) цветок ближе и пчела виляла брюшком быстрее.

ственное ее занятие — размножение. Нельзя не остановиться на вопросе о том, как решается, какая личинка будет маткой, а какая — рабочей. Судьба личинок определяется тем, какую пищу и в каком количестве они получают. В первые три дня жизни все личинки получают маточное молочко, выделяемое железами молодых работниц. Если потом личинку переводят на пергу — пылью, замешанную на небольшом количестве меда, — она развивается в работницу. Если ее продолжают поить молочком, она становится маткой.

Яйца, из которых выведутся матки, не отличаются от тех, которые дадут работниц, но откладываются они в специальные большие ячейки, размер которых, по-видимому, и указывает кормилицам, какую пищу нужно подавать. Если старая матка погибает, семья выводит другую, перенося одно из последних яиц мертвой матки в маточную ячейку и кормя вышедшую личинку маточным молочком. Но что заставляет работниц строить маточник? Разгадка, судя по всему, кроется в крохотной железе, находящейся в ротовых частях матки. В ней вырабатывается вещество, которое матка размазывает по всему телу, когда чистится. «Придворные» пчелы-работницы, постоянно вылизывая и чистя матку, получают дозу «царского» вещества. Пчелы передают это вещество из уст в уста по всему улью, а с ним и информацию, что матка жива и строить маточник не следует.

Но если матка умирает, пчелы больше не получают этого вещества. Они тут же начинают строить крупные маточные ячейки и переносят туда последние яйца, отложенные маткой перед смертью. Через две недели в улье появляются несколько зрелых маток. Они сражаются между собой до тех пор, пока не останется одна победительница, которая выделяет дозу маточного вещества, и строительство добавочных маточников прекращается.

Маточное вещество, по-видимому, управляет многими процессами в жизни пчелиной семьи. В процветающем улье, где очень много пчел, оно так рассеивается среди общины, что этот химический сигнал уже не достигает всех уголков улья. В результате некоторые работницы начинают воспитывать новую матку; община делится, и примерно половина пчел улетает со старой маткой на поиски другого гнезда.

Если оставить на столе букет цветов, через некоторое время пчела-сборщица обнаружит его, жадно наполнит свой зобик нектаром и полетит обратно в улей. Пометив эту разведчицу пятнышком краски, мы увидим, что через некоторое время она вернется — и с ней десятки других работниц. Пчела-разведчица как-то сооб-

щила о своем открытии товарищам по улью, указала им, где расположен источник нектара, и вызвала у них желание лететь туда же. Кажется невероятным, что насекомое может передать своим сородичам такое сложное сообщение, и тем не менее это так. Многочисленные эксперименты значительно продвинули нас в понимании языка пчел.

Если источник нектара находится недалеко, в нескольких десятках метров от улья, события разворачиваются следующим образом. Вернувшаяся разведчица, попав в улей, бежит по сотам, и ее немедленно окружают другие пчелы. Она отрывает из медового зобика капельку нектара и начинает «танцевать». Танцует она по кругу, двигаясь то по часовой стрелке, то против нее. Разведчица кружится и кружится, не обращая внимания на толчею в улье. Вскоре танец захватывают находящиеся поблизости пчелы, они пристраиваются за разведчицей, повторяя ее повороты. Потом она останавливается, переходит в другую часть улья, отрывает еще капельку нектара и опять начинает танцевать. Разведчица еще повторяет свои движения, а некоторые пчелы уже вылетают из улья, направляясь к источнику нектара. Отрывнув весь нектар из зобика, разведчица возвращается к источнику за новым взятком.

Это так называемый круговой танец; пчелы используют его только в тех случаях, если источник нектара находится менее чем в 100 метрах от улья. Стимулированные танцем, на поиски нектара отправляются другие пчелы. Им не приходится ждать, пока разведчица поведет их к корму, — они уже получили необходимые указания. Они знают, к какому цветку надо лететь: танцующая разведчица пахнет этим цветком. Вторая ароматная метка ждет их у цели. У каждой работницы на конце брюшка есть так называемый «флакончик с духами»*. Обнаружив источник нектара, пчела выпячивает этот орган, и на цветке остается ароматный след, собственное «клеймо» пчелы. Другие пчелы чувствуют эту метку с большого расстояния, находят источник и возвращаются к улью с полными зобиками. Затем они тоже танцуют. Это стимулирует новых сборщиц, и вскоре весь нектар из цветков переносится в улей.

Если источник нектара расположен в 100 метрах от улья и дальше, разведчица дает более подробные указания. Она должна сообщить, как далеко находится источник, и вдобавок указать направление. Теперь вместо круга она рисует на сотах фигуру, напоминающую сплюснутую восьмерку.

* Это кожная сумка с пахучими железами, способная выворачиваться наружу. Она описана в 1883 году известным русским зоологом В. Н. Насоновым и часто называется железой Насонова. — *Прим. перес.*

Скорость, с которой пчела выписывает эту восьмерку, и частота, с которой она виляет брюшком на прямом отрезке между половинками восьмерки, позволяют другим пчелам точно определить расстояние до источника пищи. Например, когда исследователи поместили сахарный сироп в 120 метрах от улья, разведчица за 15 секунд выписала 11 восьмерок; но когда сироп отнесли почти за два километра, она за то же время выписала только 4 восьмерки. К тому же, когда пища была ближе, разведчица гораздо быстрее виляла брюшком.

Итак, по темпу танца и частоте виляний разведчицы другие пчелы довольно точно определяют, насколько удалена пища. Они знают и запахи цветков, являющихся источником нектара. Но как они узнают, в каком направлении лететь? И эту информацию дает танец. Направление полета указывается направлением прямой пробежки между петлями восьмерки. Если пчела бежит по соту вверх, это значит, что источник пищи расположен прямо в направлении Солнца. Отклонение от вертикали вправо или влево соответствует углу, на который надо отклониться от Солнца в ту или иную сторону, чтобы попасть к цели. Это выдающийся случай передачи информации в мире животных: пчела-разведчица произвела измерение угла и выразила результат линейным движением на соте! Вслед за ней другие пчелы могут теперь открыть «прямое сообщение» между ульем и обнаруженным источником нектара, который находится иногда в километре от улья или дальше.

Существование языка пчел кажется невероятным, но оно подтверждено бесчисленными экспериментами. Нет сомнения, что пчелы понимают этот язык, — они летят прямо к указанным цветкам, не обращая внимания на другие, растущие ближе или дальше, и не тратя времени на осмотр цветков, в которых нет нектара. Но, как бывает и при передаче информации у людей, всегда находится несколько пчел, неправильно понявших сигналы танца. Несмотря на полученные инструкции, они не летят прямо к цели, а ищут нектар в другой стороне. Но и эти пчелы приносят пользу колонии. Пока основные силы сборщиц брошены на разработку найденного источника, заблудившиеся особи могут обнаружить другое цветочное поле. Так пчелиная семья узнает о новых источниках корма.

Работница, даже если ее перенести в другой улей того же вида, инстинктивно передает информацию и воспринимает танец других пчел. Но у медоносной пчелы несколько разных географических рас; их «диалекты» отчасти отличаются друг от друга. Если пчел, относящихся к разным расам, поместить в один улей, они пытаются сотрудничать, но эти попытки приводят

только к путанице. Танец побуждает их вылетать из улья, но, неправильно поняв указания, они летят не туда. Например, итальянская раса для указания расстояния не более 10 метров исполняет круговой танец; при расстоянии от 10 до 40 метров узор танца напоминает полумесяц с рожками, направленными в сторону корма. При расстоянии более 40 метров пчела переходит на виляющий танец, но при этом пользуется необычной шкалой скоростей.

В последние несколько лет обнаружилось, что пчелы передают танцами не только информацию об источниках пищи, но и сведения о местах, удобных для устройства гнезда. Когда численность семьи достигает критической точки, старая матка, забрав с собой около половины населения, оставляет соты и запасы пищи под властью новой матки, а сама ищет новое жилище. Отроившиеся пчелы собираются вблизи старого улья в плотный клубок, и вот уже во все направления вылетают разведчицы. Скоро некоторые из них возвращаются с информацией о новых местах для поселения. Виляющим танцем они указывают расположение этих мест. Каждая танцовщица привлекает сторонников, которые летят к указанному месту и осматривают его.

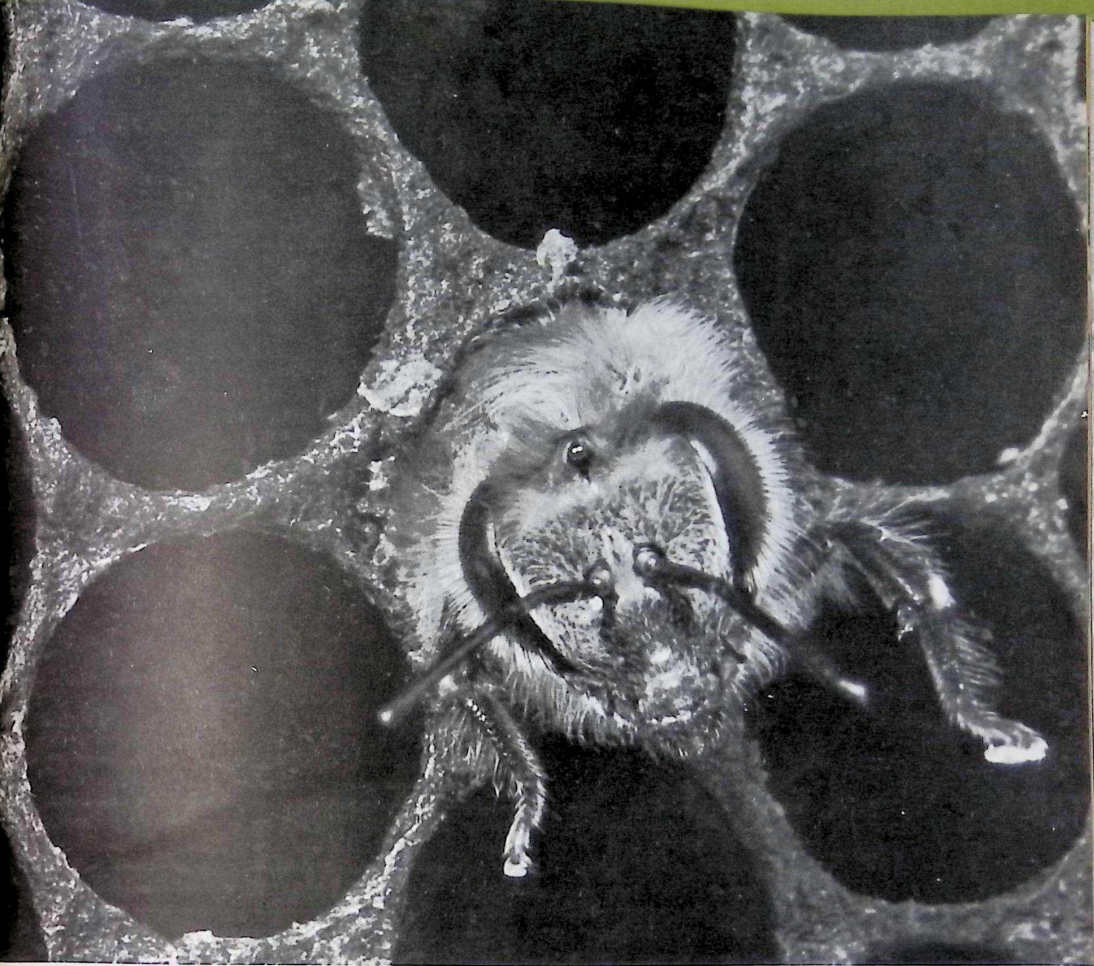
Сообщения начинают поступать в рой со всех сторон — там дупло в дереве, тут трещина в стене пристройки... Отмечено, что один такой рой получил от разведчиц сообщения о 21 подходящем месте. На четвертый день рой заинтересовался местом, расположенным примерно в 400 метрах к юго-востоку. Продолжалось рекламирование и других мест, но танцы их сторонников привлекали все меньше и меньше пчел. Наконец, на пятый день реклама прекратилась, лишь тогда весь рой снарядился и полетел занимать участок на юго-востоке.

Виляющий танец не только указывает, как найти разведенное место, но и сообщает о его достоинствах, которые отображаются большей или меньшей оживленностью танцовщиц. Живой танец, рекламирующий подходящее место для строительства нового гнезда, может длиться несколько часов и привлечет больше сторонников, чем медленный и непродолжительный. Чем больше танцовщиц, тем больше пчел вылетает на осмотр места. Если их реакция положительна, по возвращении они активно танцуют и привлекают новых сторонников. Кто выносит окончательное решение? Во всяком случае, не матка. Эксперименты показали, что рой может избрать новое местожительство, даже если матка изолирована за сеткой и контакта между ней и танцовщицами нет. Рой, состоящий иногда из 30 000 пчел, приходит к «единодушному» решению, в котором все работницы, видимо, имеют равный голос.

Таким образом, выбор дома у пчел целиком

зависит, если так можно выразиться, от рекламы. Можно ли на нее полагаться? Если пчела оживленно танцует, значит ли это, что она действительно нашла превосходное место? Чтобы выяснить это, исследователи поместили рой на пустошь, где не было ни деревьев, ни других естественных укрытий. Здесь пчелам-разведчицам было предложено несколько ульев разного качества. Пчелы, обнаружившие лучший из них, танцевали оживленно, а те, что осмотрели ульи похуже, «рассказывали» о своих находках без энтузиазма. Вскоре и они полетели осматривать улей, вызвавший оживленные танцы. Осмотр их убедил; они вернулись к рою и присоединились к сородичам. Виляющим танцем они сообщили об окончательном выборе; рой снялся и полетел к лучшему улью.

Пчелиный улей раньше изображали тоталитарным государством, где царит матриархат, а рабочие представлялись простыми роботами, бессмысленно исполняющими жестокие законы улья. Теперь, когда мы узнали о языке пчел, это представление отброшено как неверное. Как замечательно пчелиное общество, в котором отщепенцы не только терпимы, но даже полезны государству! Какая удивительная диктатура — диктатор в ней бесправен, а подданные обладают равными голосами и правом изменять свое мнение! В самом деле, медоносные пчелы постепенно создали почти утопическое государство насекомых, где каждая работница имеет голос, где решения единодушны, большинство всегда право и даже реклама правдива!



Рабочая пчела, еще влажная и взъерошенная, выбирается из восковой ячейки, в которой провела первые три недели жизни.

КОРОТКАЯ ЖИЗНЬ, ПРОХОДЯЩАЯ В ТРУДЕ

С того момента, когда пчела-работница прогрызет себе путь на свет из шестигранной восковой колыбельки и тщательно вычистит свое тело, она почти непрерывно занята работой. Первые 10 дней она выкармливает младших братьев и сестер. Еще 10 дней чистит улей и строит соты. На четвертую неделю она покидает улей и без усталости собирает пыльцу и нектар, пока старость или враги не погубят ее.



Развитие пчелы начинается с яйца, отложенного в восковой ячейке (внизу слева), и проходит через личиночные формы к стадиям куколки, показанным справа.

Рабочая пчела — главный гражданин общины

В средней пчелиной семье насчитывается 60 000 насекомых. Среди них одна зрелая матка и примерно 100 трутней. Все остальные пчелы — работницы. Улей не проживет долго без матки и трутней, и этим «членам царского семейства» щедро уделяется внимание. Но самая главная забота семьи — выведение и выкармливание работниц. Жизнь рабочей пчелы начинается с яйца, одного из 3000, которые матка может отложить за день. Через три дня из яйца вылупляется личинка. Следующие шесть дней этот «безногий

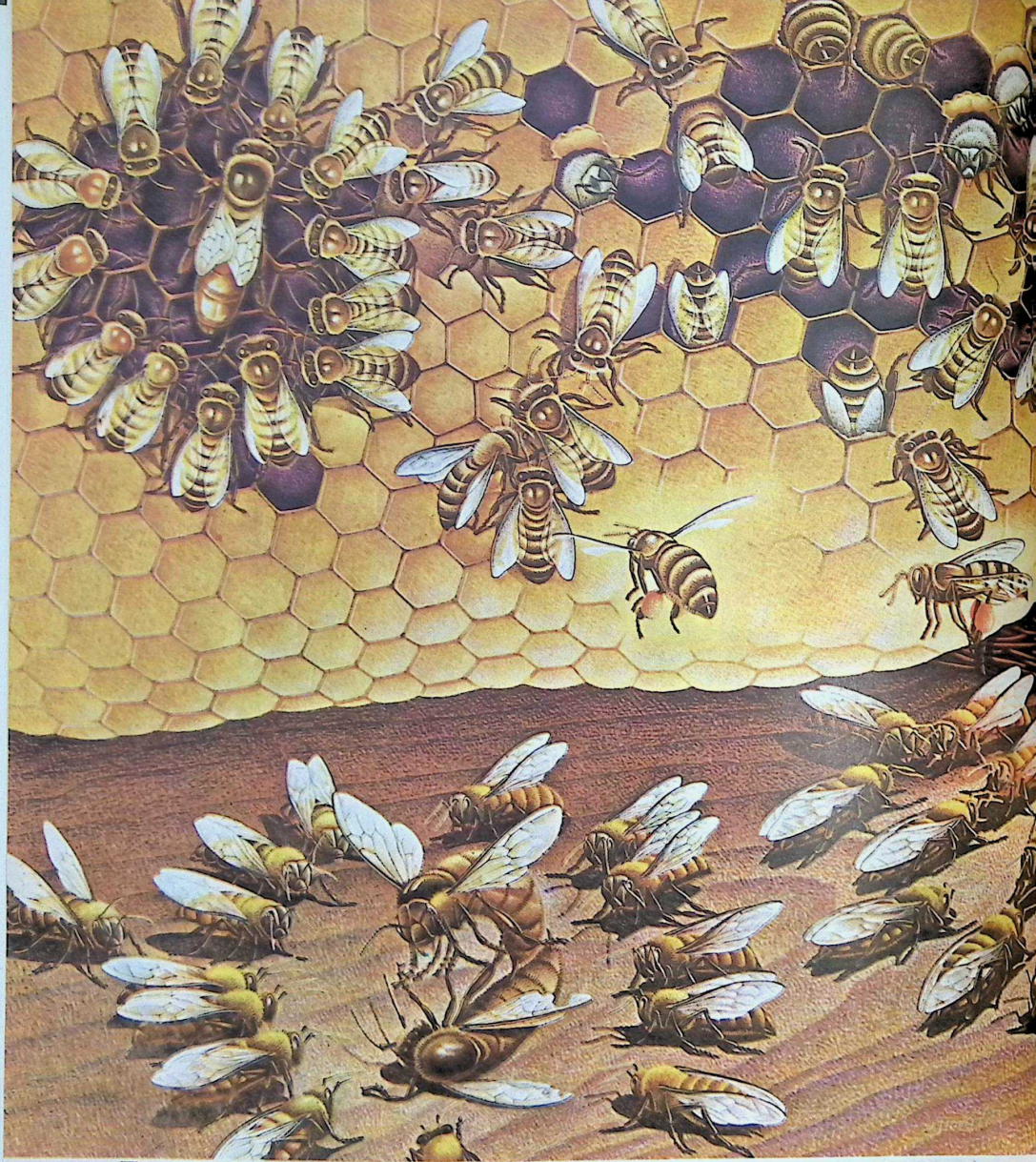
живой желудок» демонстрирует поистине волчий аппетит. За первые 24 часа личинка увеличивает свой вес в пять с лишним раз благодаря тому, что половину этого времени над ее ячейкой стоит одна из кормилиц и терпеливо питает ее. К концу шестого дня, с трудом поворачиваясь в тесной восковой ячейке, личинка свивает шелковый кокон. Пробыв 12 дней куколкой, она выходит на свет взрослой работницей, обладающей сложными инстинктами и разнообразными тонкими инструментами.



СОВЕРШЕННОЕ УСТРОЙСТВО

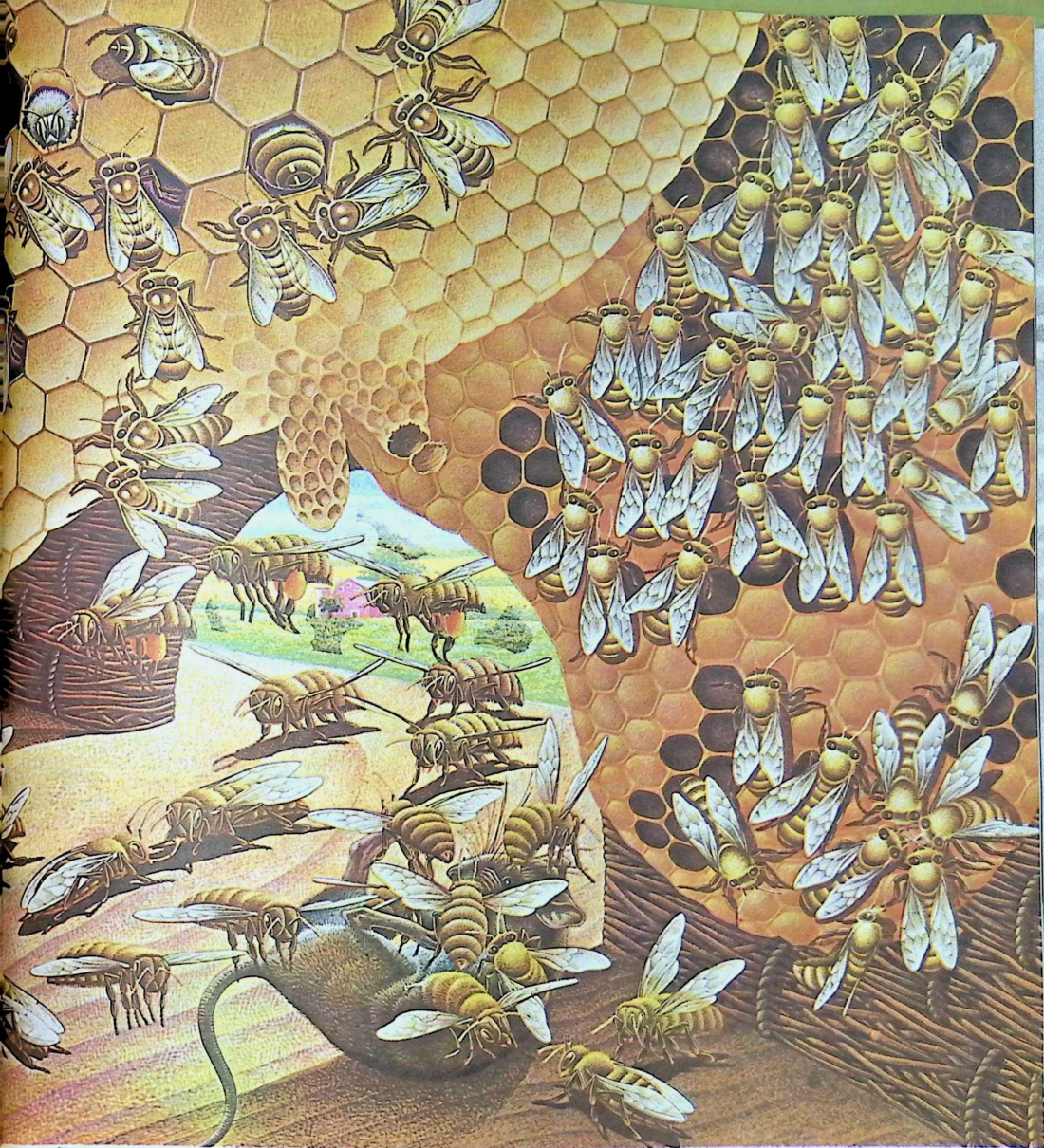
На рисунке, сделанном с помощью микроскопа и изображающем пчелу-работницу (справа), показано строение сложного, эффективно функционирующего организма. На схеме слева цифрами отмечены соответствующие органы. Тупая треугольная голова (1) несет три простых глазка [один из них виден спереди (2)] и два сложных глаза (3). Антенны (4) состоят из 12 члеников; на них располагаются органы обоняния и осязания. Мандибулы (5) пережевывают воск и формируют его при строительстве ячеек. Под головой свернут хоботок (6), которым пчела сосет нектар, мед и воду. Когда надо почистить антенны, пчела протягивает их через вырезки на передних ногах (7). Длинные шипы на средних ногах (8) она собирает воск, выделяемый восковыми железами. Каждая нога несет длинные коготки (9), которыми пчела цепляется за цветки. Из брюшка может выдвигаться зазубренное жало (10), а в промежутках между задними сегментами тела секретируются пластинки воска (11). Корзиночка (12) задней ноги полна собранной с цветков пыльцы. Когда пчела готова к полету, переднее и заднее крыло сцепляются краевыми крючками (13).





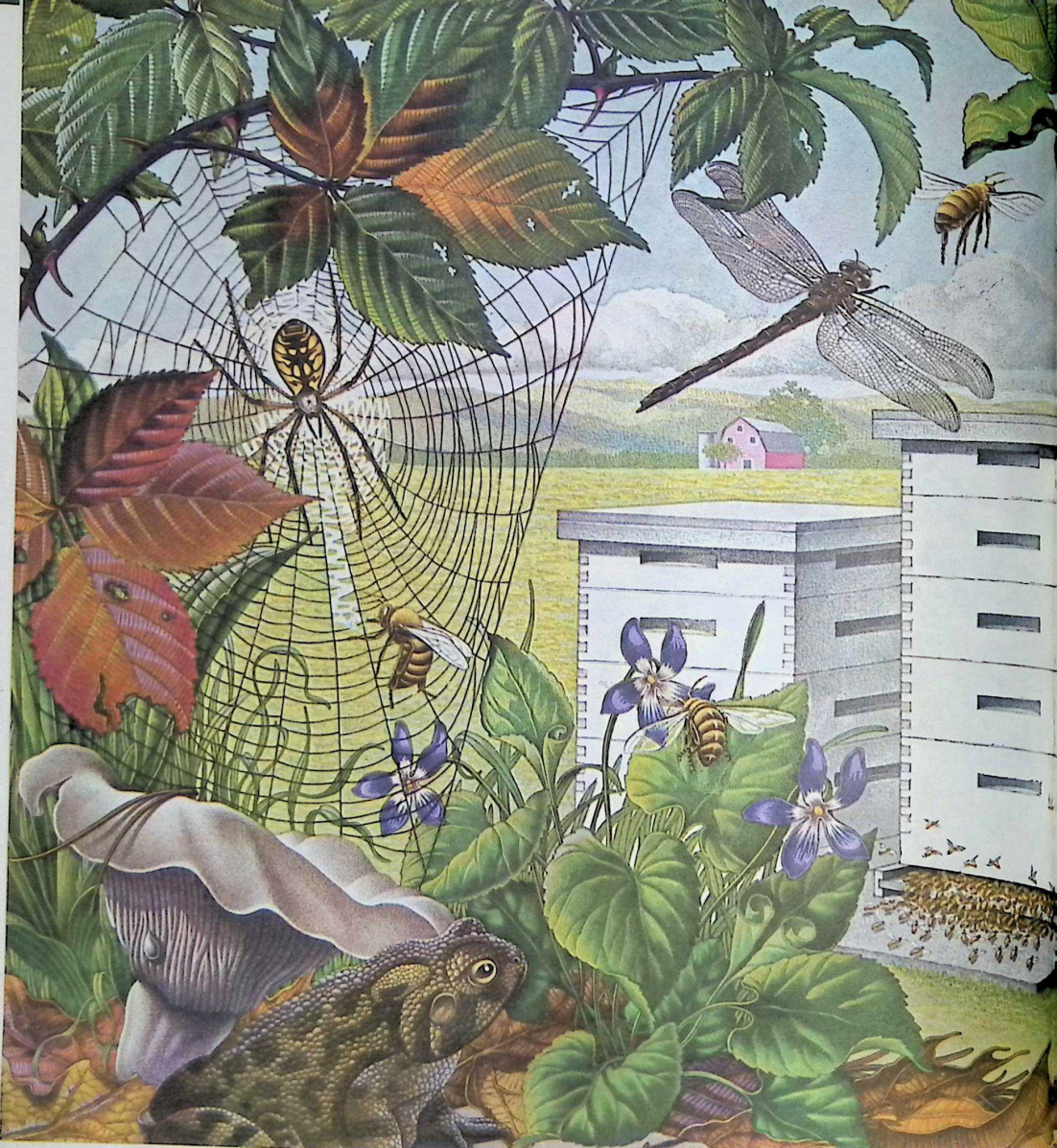
Трудовая жизнь кипит в улье круглый год

На рисунке изображены разные виды деятельности пчел в разное время года. Вверху слева «царица», окруженная рабочими пчелами, откладывает яйца в пустые ячейки. Вверху в центре молодые работницы, завершив стадию куколки, выходят из затканых шелком расплодных ячеек. Чистильщицы с головой залезают в пустые ячейки, чтобы навести в них порядок. Над



входом в улей в двух особенно крупных ячейках находятся куколки новых маток. Внизу слева, в кольце рабочих пчел, идет смертный бой между двумя матками — в норму улем управляет только одна «царица». Внизу в центре прилетевшие сборщицы отдают нектар приемщицам, а над ними другие сборщицы несут обножки пыльцы к специальным ячейкам-хранилищам.

Справа работницы жалят вторгшуюся в улей мышь. У входа в улей головами внутрь стоят три пчелы — вентиляторщицы; они нагнетают в улей воздух, необходимый для улучшения испарения воды из меда. У нижнего правого края сота группа строительниц возводит восковые ячейки. Над ними — зимняя сцена: пчелы сбиваются в кучу, образуя так называемый клуб.



Опасности, подстерегающие американских медоносных пчел

В улье своим порядком идет высокоорганизованная трудовая жизнь, но снаружи его окружает кольцо голодных врагов. Паук-крестовик (слева) плетет свою сеть на пути от улья к цветам, а стрекоза парит в воздухе, подхватывая сборщиц в полете. Медведь (на заднем плане), защищенный плотным мехом, готов разрушить весь улей, чтобы отведать сладкого меда. Птица-тиран (вверху справа) не прочь полакомиться собранным пчелами



ми нектаром*. Муха ктырь (ниже тирана) благодаря огромным глазам обладает острым зрением, которое позволяет ей выслеживать пчел и схватывать их на лету своими крючковатыми

* Автор перечисляет врагов пчел, характерных для американского континента. Тираны, близкие по повадкам к нашим мухоловкам, живут только в Америке. Из наших птиц больше всего вредят пчеловодству сорокопуты и шурки. — Прим. перев.

ногами. Богомол (справа внизу) неподвижно затаился среди листьев, ожидая, что какая-нибудь пчела подлетит поближе. Скуны очень любят и мед, и пчел, но, как правило, не лопатятся в улей. Он скребется снаружи, пока пчелы не выйдут, и проворно улавливает их лапами. Межу цветков спряталась жаба (внизу слева); она ловит пчел языком, не чувствительным, по-видимому, к пчелиному яду. Но одного из самых страшных врагов не видно на рисунке. Это личинка восковой огневки, которая, прогрызая в сотах ходы, может погубить всю пчелиную семью.



Гигантский водяной клоп поймал в мутном пруду личинку стрекозы. Эти ловкие убийцы живут в воде, но дышат воздухом, нападают на головастиков и рыбок, почти вдвое крупнее их самих. Известно около 200 видов гигантских водяных клопов.

7

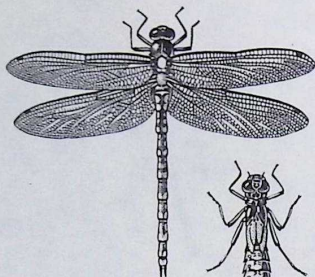
Обитатели ВОДЫ

Посидите немного на берегу лесного озерка, и вас, несомненно, восхитит огромное разнообразие и изобилие обитающих здесь насекомых. Спокойная поверхность воды напоминает туго натянутую прозрачную пленку, на ее отливающем серебром просторе многочисленные насекомые прыгают, кружат и скользят, словно и нет никакой гравитации. В пригоршне пронизанного корнями ила, взятого у края воды, вы обнаружите несколько странных созданий — это личинки насекомых, которые более знакомы нам в окрыленной, взрослой форме. Воздух наполнен металлическим блеском разных стрекоз, кружевными крыльями поденок, танцующими роями комаров-звонцов. Именно это обилие насекомых помогает прокормиться другим обитателям озера — рыбам, тритонам и лягушкам.

Есть насекомые, которые и во взрослой, и в неполовозрелой стадиях живут в воде, но большая часть водных насекомых — личинки. Они населяют любой пресный водоем. Везде, где есть вода, живет хотя бы один вид насекомых: в холодных ледниковых реках, в горячих источниках с температурой до 50°C, в солоноватых лужах и даже в озерах, где вода во много раз соленее океанской. Некоторые виды довольствуются очень малым количеством воды. Личинкам комаров часто бывает достаточно дождевой воды, скопившейся в консервной банке; некоторые тропические виды процветают в скудной влаге, удерживающейся между листьями растений-эпифитов. Комар *Aedes sticticus* откладывает яйца в ил, оставшийся после разлива; яйца не развиваются, пока их снова не зальет водой, даже если это произойдет лишь через несколько лет.

У водных насекомых масса преимуществ перед их родственниками, населяющими сушу и воздух. Они в значительной степени избавлены от конкуренции и перенаселенности, царящих среди орд наземных насекомых; избе-

ЧЕТЫРЕ ОБЫЧНЫХ НАСЕКОМЫХ ИЗ ПРУДА

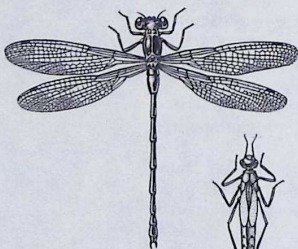


РАЗНОКРЫЛЫЕ СТРЕКОЗЫ



ЛИЧИНКА
РАЗНОКРЫЛОЙ
СТРЕКОЗЫ

Разнокрылые и равнокрылые стрекозы похожи: и те и другие имеют две пары больших тонких крыльев, короткие антенны и удлиненное брюшко. Разнокрылые стрекозы всегда держат крылья расправленными, как на рисунке; лучше и быстрее летают. Тело равнокрылой стрекозы, как правило, стройнее; отдыхая, она может сложить крылья на спине. Личинки стрекоз тоже сходны между собой, но у личинок равнокрылых стрекоз на конце брюшка три жаберные пластинки.



РАВНОКРЫЛЫЕ СТРЕКОЗЫ



ЛИЧИНКА
РАВНОКРЫЛОЙ
СТРЕКОЗЫ

жали они и многих хищников, приобретая, правда, таких новых врагов, как рыбы и лягушки; им меньше угрожают резкие изменения температуры. Но у них развились приспособления, необходимые для жизни под водой. Им пришлось найти новые источники пищи и способы переселения из высыхающих прудов в другие водоёмы. Многие из них столкнулись с серьезной проблемой — как покинуть воду после выхода из куколки.

Из всех проблем, которые встают перед водными насекомыми, самая существенная — получить нужный для дыхания воздух. Давние предки насекомых, выйдя из воды, утратили жабры и развили новый аппарат для того, чтобы дышать не растворенным в воде, а атмосферным кислородом. Этот аппарат, одинаковый у всех современных насекомых, состоит из сети чрезвычайно тонких воздухоносных трубочек, которые пронизывают все ткани тела и связаны с внешней атмосферой несколькими микроскопическими отверстиями — дыхальцами, расположенными по бокам тела. Постоянный поток воздуха, поступающего через дыхальца, поддерживается расширением и сокращением тела, действующего как насос. Чтобы тончайшие воздухоносные трубочки не спадались, внутри они укреплены спиралью из прочного вещества совершенно так же, как резиновые шланги часто оснащают спиралью из проволоки. Примерно три процента всех видов насекомых, снабженных этой дыхательной системой, приспособленной к жизни на суше, все же вернулись в воду и проводят там часть жизни, а то и почти всю жизнь. Но при этом система использования атмосферного кислорода претерпела различные изменения. Одни личинки водных насекомых получают кислород при помощи жабр, как рыбы, и стали полностью водными. У других насекомых и личинки, и взрослые особи продолжают дышать кислородом воздуха; у них развились специальные способы доставки воздуха под воду. Множество разных оригинальных способов жизни под водой развили совершенно не родственные между собой виды. У водных насекомых не было какого-то общего предка: просто многие эволюционные линии независимо пришли к сходным способам подводного существования.

Личинки поденок, стрекоз и веснянок сохранили воздушные трубочки наземных насекомых, но к ним прикрепляются жабры, способные извлекать из воды растворенный в ней кислород. Эти жабры часто выглядят тонкими листочками папоротника и располагаются на брюшке или, как у веснянок, на брюшке и груди. У личинок равнокрылых стрекоз дыхательная система устроена несколько иначе. Их жабры расположены в заднем отделе пищеварительного канала; сводя и разводя стенки тела, личинка, словно насосом, втягивает воду внутрь и выталкивает ее обратно. Кислород диф-

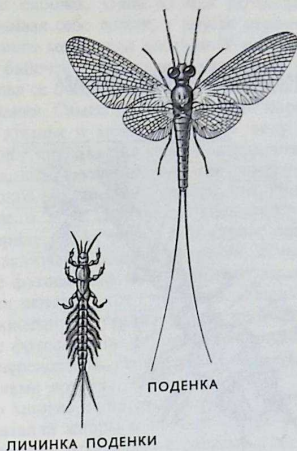
фундирует через поверхность жабр в воздушные трубочки.

У личинки одной поденки семь пар жабр, имеющих форму плоских овальных пластинок, прикрепленных по бокам брюшка. Первые шесть пар постоянно колеблются, седьмая неподвижна. «Гребок» начинается первая пара, за ней следует вторая, третья и т. д. Создается постоянный ток воды по жабрам, идущий назад до неподвижной последней пары жабр. Она отводит в сторону воду, из которой кислород уже извлечен, и эта вода уже не используется вторично. В воде, богатой кислородом, ритм жаберных движений замедлен. Но если кислорода недостает, жабры двигаются так быстро, что вдоль боков личинки возникает как бы «сияние».

Личинка поденки питается частицами органического вещества, которые слишком мелки, чтобы привлекать других водных обитателей. Личинка превращает эти отбросы в вещество собственного тела и в свою очередь служит важным источником пищи для рыб, земноводных, птиц и хищных водных насекомых. Жизнь личинки полна опасностей, и лишь немногие из того огромного поколения, которое каждый год выходит из яиц, доживают до зрелости. Те, кому это удастся, могут прожить на дне озера около двух лет, линяя иногда более 30 раз. Но, выйдя из воды, эти эфемерные создания живут очень недолго, порой лишь несколько часов. Крылья поденки тонки и нежны, а ноги слишком слабы для ходьбы. Ротовые части неспособны функционировать или вовсе отсутствуют — взрослая поденка не питается. Ее пищеварительная система наполнена воздухом, что создает дополнительную подъемную силу, помогая тонким крыльям поденки. Казалось бы, такие хрупкие, плохо приспособленные к борьбе за жизнь насекомые должны были появиться совсем недавно, но это не так. Их ископаемые остатки встречаются уже в пластах позднего пермского периода, возраст которых насчитывает 250 миллионов лет.

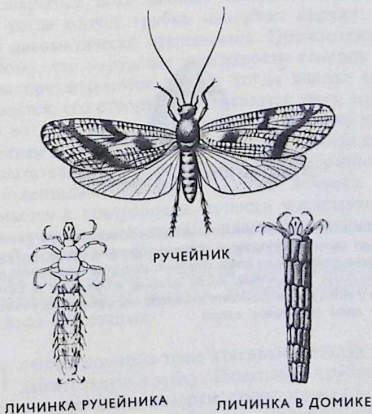
Взрослая поденка живет недолго — столько, сколько надо, чтобы принять участие в брачном полете, который происходит обычно над водой или на берегу на склоне дня или вечером. Из роя самцов стремительно вылетает один и хватает самку. Организм самки целиком предназначен для размножения: ее тельце буквально нафаршировано яйцами. Она выпускает яйца в воду и погибает. Наутро после брачного лёта берега и поверхность водоема усыяны мертвыми поденками.

В окрестностях североамериканских Великих озер поденок в иные годы вывозят с городских улиц грузовиками, дороги и мосты, устланные их трупами, становятся скользкими, непроезжими; рекламные не зажигают, чтобы не привлечь тучи насекомых. Жизнь взрослой поденки кончилась, но яйца обладают замечательным механизмом, по-



личинка поденки

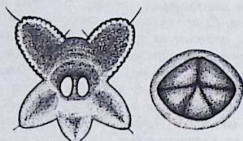
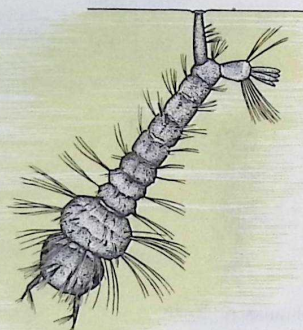
У взрослой поденки стройное тело с двумя или тремя хорошо заметными хвостовыми нитями, которые часто могут быть длиннее тела. Ее прозрачные, с многочисленными жилками крылья немного похожи на крылья бабочки. Личинка поденки, как и другие личинки, изображенные на этих страницах, живет в воде, но отличается от них жабрами по бокам брюшка. Похожий на бабочку взрослый ручейник имеет длинные антенны, жуящие ротовые части и две пары крыльев, складывающихся «домиком» на спине. Личинка живет обычно в убежище, построенном из растительных или других обломков.



личинка ручейника

личинка в домике

ДЫХАТЕЛЬНАЯ ТРУБКА ЛИЧИНКИ КОМАРА



СТВОРКИ КЛАПАНА: ОТКРЫТЫЕ И ЗАКРЫТЫЕ



ЗАКРЫТЫЙ КЛАПАН (ВИД СБОКУ)

Дыхательная трубка личинки обыкновенного комара расположена на спинной стороне у вершины брюшка (вверху). Трубка снабжена клапаном из пяти створок, которые закрывают пару дыхательных отверстий, когда личинка погружена (в центре справа и внизу), и открывают их, когда она находится у поверхности воды (в центре слева).

могающим им выжить. Каждое яйцо снабжено тонкими нитями, которые разворачиваются, как только яйцо коснется воды. Одни нити имеют на конце клейкие диски, прочно удерживающие яйцо на дне озера, другие просто запутываются в подводной растительности и служат своеобразным якорем.

Личинки поденок часто становятся добычей одного из самых прожорливых водных насекомых — личинки стрекозы. Этот хищник не подкрадывается к жертве, а тихо сидит, незаметный благодаря своей коричневатой окраске. Он снабжен своеобразным, прикрепленным на шарнире органом, похожим на мощную руку, — это измененная нижняя губа с крючками на конце; ими личинка и хватает жертву. В спокойном состоянии «рука» сложена и плотно прижата к нижней части головы. Но если в пределах досягаемости появляется что-нибудь съедобное, она выбрасывается вперед и загарпунивает добычу, после чего складывается, возвращается на место и подносит добычу к челюстям. Теперь она уже служит «тарелкой», улавливая кусочки добычи, выпадающие при еде. Личинки стрекоз поедают самых разнообразных водных насекомых, включая своих сородичей, а некоторые хватают даже мальков и головастиков.

Взрослая стрекоза — не менее прожорливый хищник, но она охотится в воздухе. Голова ее с выпуклыми сложными глазами неплотно, как на шарнире, причленена к груди и имеет сзади выемку, так что насекомое в поисках добычи может поворачивать голову в разные стороны. Глаза некоторых видов так велики, что занимают почти весь верх головы. Мандибулы зазубрены и покрыты бороздками, а максиллы превращены в острые шипы, вонзающиеся в жертву и переворачивающие ее, как на вертеле. Длинные шипастые ноги смещены к переднему краю грудного отдела, в полете они сложены и образуют как бы корзинку или сачок, которым стрекоза вылавливает добычу в воздухе. Очень длинные крылья упруги и прочны. Стрекозы совершают далекие беспосадочные перелеты, парят и пикируют, некоторые виды летают со скоростью 95 километров в час. Стрекозы так приспособлены к жизни в воздухе, что некоторые даже спариваются в полете и откладывают яйца, проносясь низко над поверхностью воды и время от времени опускающая кончик брюшка в воду.

Личинки ручейников, как и личинки поденок и стрекоз, — типичные водные животные. Эта распространенная группа, населяющая множество водных экологических ниш, живет в домиках, которые насекомые строят сами. Стройная, с длинными, вытянутыми вперед ногами личинка

ручейника, высунув из домика грудной отдел и ноги, тащит домик за собой и разыскивает пищу. Крепко цепляться за домик личинке помогает пара крючков на конце брюшка. Благодаря им вытащить ручейника из его домика, не повредив насекомое, почти невозможно. Но его можно заставить выйти, легонько покалывая сади иголкой. Если такую оголенную личинку перенести в чистую воду, где не будет никакого строительного материала, кроме осколков стекла, насекомое построит себе новый, прозрачный домик из этих осколков, сквозь который можно будет наблюдать за движениями личинки. Вы заметите, как она, грациозно изгибая тело, прогоняет через домик постоянный ток воды, идущий по жабрам — мягким белым нитям, прикрепленным на спине и по бокам.

Каждый вид ручейников строит свой особый домик. В основе это трубка из секретиремого личинкой шелка; она («инкрустируется») строительным материалом, свойственным данному виду: палочками, листьями, камешками, ракушками или песчинками. Одни виды режут листья на четырехугольные кусочки и укрепляют их на трубке; другие располагают листья узкими полосками, которые опоясывают трубку по спирали; третьи строят трубку, рожком расширяющуюся спереди, из мелкого песка; четвертые используют палочки, располагая их рядами, как в бревенчатом срубе. А есть и такой вид, который склеивает песчинки, создавая удивительно точную копию раковины улитки. Но ручейники могут и приспосабливаться к обстоятельствам: если нет традиционного строительного материала, они используют то, что «под рукой». У многих ручейников за домиком тащится обломок веточки или камышинки. Очевидно, он служит поплавком, облегча домик и приближая его удельный вес к удельному весу воды. Личинка ручейника поворотно карабкается по подводным камням и растениям, хотя несет при этом домик, который на суше был бы, вероятно, слишком тяжел для нее.

Есть ручейники, которые не строят домика. Они живут обычно в быстрых ручьях и используют свои крючки, чтобы, сопротивляясь течению, закрепиться. Некоторые из них используют врожденное умение делать шелк: плетут подводные сети. Сеть может быть трубчатой, длиной до 10 сантиметров. Один конец ее личинка закапывает в грунт дна, другой выступает в воду. Некоторые личинки плетут воронковидную трубку, широкий конец которой укреплен, а узкий надувается течением, как сачок. Другие натягивают свою плоскую сеть между камнями. В отличие от паучьих сетей ее нити не клейкие; жертва удерживается лишь напором воды. В сеть попадает не только пища, но и мусор, несущийся по течению, так что время от времени ее приходится чистить.

Среди живущих в воде насекомых есть и гусеницы бабочек. Одни из них скрепляют листья, устраивая себе домик, а другие строят из растительного материала плотки. У одного вида водных бабочек и взрослая самка живет под водой; крылья ее очень малы, а ноги она использует для плавания. Самец этого вида имеет хорошо развитые крылья и может покидать воду. С самкой он либо спаривается через поверхностную пленку воды, либо возвращается для этого в воду.

Долго оставалось неясным, как гусеницы, живущие в воде, получают кислород. Видимо, в материал, из которого они строят свои домики, они включают водные растения, которые в процессе фотосинтеза высвобождают кислород. Кислород используется гусеницей, а выделяемый ею углекислый газ утилизируется растениями в процессе фотосинтеза. Таким образом, растения служат переносными генераторами кислорода и очистителями воздуха.

Но многие из насекомых, вернувшихся в воду, не развили жабры и вообще никак не приспособили свою дыхательную систему к водным условиям; они продолжают дышать так же, как их наземные родственники. Зато у них появилось два дыхательных приспособления, позволяющих им вести водный образ жизни. Эти приспособления можно сравнить с трубкой для подводного плавания и с аквалангом. Типичные представители животных, пользующихся дыхательной трубкой, — личинки комаров. Запас воздуха они возобновляют, поднимаясь к поверхности и высывая из воды трубку, расположенную на заднем конце тела. Отверстие трубки имеет клапан, плотно закрытый, пока личинка находится под водой. Но когда кончик трубки выступает наружу, клапан автоматически открывается. Происходит это потому, что наружные поверхности створок клапана притягиваются водой; когда клапан высывается, его створки оттягиваются вниз, открывая воздуху доступ в дыхальца. У личинки мухильники этот метод несколько видоизменен: конец ее дыхательной трубки окружен веерообразно расположенными волосками. Когда личинка поднимается к поверхности, волоски раскрываются, как лучи морской звезды, удерживая личинку у поверхности и открывая дыхальца. Когда же личинка снова ныряет, волоски сворачиваются, задерживая пузырек воздуха, который служит «запасным баллоном».

Личинки комаров тоже втягивают воздух через дыхательную трубку. Поскольку трубка легко проходит через поверхностную пленку воды и в нее в любой момент может поступать свежий воздух, личинки комаров живут практически во всякой воде. Различные виды приспособились к жизни в дождевой воде, скапливающейся в дуп-

ЧЕТЫРЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДА
НАСЕКОМЫХ



КЛОП-ГЛАДЫШ

Продвигаясь рысками с помощью окаймленных волосками, веслоподобных задних ног, клоп-гладыш всю жизнь проводит на спине; время от времени он поднимает конец брюшка к поверхности, чтобы пополнить запас воздуха. Этот прожорливый хищник охотится на мелких насекомых.

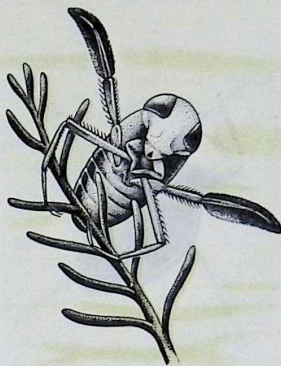
лах, в солоноватой воде приморских болот, даже в загрязненных водоемах. Чтобы трубка не смазывалась водой, личинка смазывает ее жировым водоотталкивающим секретом. Эту особенность комаров использует человек в своей борьбе с ними. По поверхности водоемов, где происходит выплод комаров, разливают тонкий слой нефти. Жировой секрет комаров отталкивает только воду, поэтому нефть легко попадает в дыхательную систему и личинка погибает.

У некоторых насекомых развились приспособления, позволяющие им захватывать атмосферный воздух, не поднимаясь к поверхности воды. Так, личинка обыкновенной пчеловидки имеет на конце брюшка трубку, которая может раздвигаться, достигая длины почти 15 сантиметров. На конце трубки — дыхальца. Такое устройство позволяет личинке, собирая пищу на дне мелкого пруда, получать воздух с поверхности. Водяной клоп, называемый водяным скорпионом, тоже несет на конце брюшка длинную дыхательную трубку, но она не может ни вытягиваться, ни сокращаться. Создается впечатление, будто клоп вооружен жалом. Именно этим да еще сходством его клешневидных передних ног с передними ногами настоящего скорпиона объясняется название животного. Личинки некоторых комаров, мух и жуков тоже получают воздух, не поднимаясь к поверхности; они используют воздух, заключенный в межклеточных пространствах водных растений. Обычная дыхательная трубка личинки одного болотного комара служит еще и буравящим инструментом. Личинка внедряет ее в ткани водного растения, например рогоза или осоки, чтобы получить воздух. Подводный мир также имеет своих паразитов, которые не только пожирают живые ткани хозяина, но и высасывают его запас воздуха: многие прямо проедают себе путь через стенку тела жертвы.

«Метод акваланга» в корне отличен от «метода дыхательной трубки». Насекомые, использующие его, носят с собой пузырек воздуха. Этот пузырек, с которым соприкасается часть дыхалец насекомого, служит своеобразной жаброй. По мере того как насекомое потребляет из него кислород, давление кислорода в пузырьке падает, становясь гораздо ниже давления кислорода, растворенного в окружающей воде. Тогда кислород начинает перетекать из воды в воздушный пузырек (от высшей концентрации к низшей) и восполняет то, что ушло на дыхание насекомого. Насекомое может захватить с собой запас воздуха примерно на 20 минут, но, так как запас кислорода в пузырьке постоянно пополняется, его может хватить насекомому на 36 часов.

Типичные «аквалангисты» — крупные хищные жуки-плавунцы. Их дыхальца расположены не по бокам тела, как у большинства наземных насе-

комых, а на спине, под надкрыльями. Когда у плавунца кончается запас воздуха, он высовывает на поверхность конец брюшка и выпускает немного воздуха в полость под надкрыльями. Клопы-гребляки и гладыши тоже несут запасы воздуха под крыльями, но, кроме этого, они еще покрыты короткими волосками, удерживающими слой воздуха вокруг тела. Вот почему эти насекомые под водой часто сверкают, как серебро. Воздушная оболочка делает гребляков очень плавучими, и им приходится постоянно работать веслообразными ногами, чтобы удержаться на глубине. Отдыхая, они цепляются за подводные части растений, чтобы не всплывать как пробки.



КЛОП-ГРЕБЛЯК

Помимо насекомых, которые живут под водой, есть и такие, которые приспособились к жизни на ее поверхности: они расхаживают или скользят по воде, не погружаясь в нее. С нашей точки зрения поверхность пруда или ручья — ненадежное местообитание, но насекомое, если оно достаточно легко и имеет подходящую опору, может вести на ней активнейший образ жизни. Там, где вода граничит с воздухом, она образует тончайшую пленку. Эта поверхностная пленка не просто эластична, она еще и удивительно прочна. Хотя иголка, например, гораздо тяжелее воды, она не тонет, если осторожно, так, чтобы не нарушить поверхностную пленку, поместить ее на воду. Крошечная ногохвостка держится на поверхности воды благодаря присасывательному диску, расположенному на нижней стороне тела. Она так мала, что поверхностная пленка легко выдерживает ее в состоянии покоя. Она может даже освободить свою присоску, подпрыгнуть в воздух и опять опуститься на воду.

Самый известный среди обитателей поверхности воды — клоп-водомерка, насекомое с длинным узким телом, короткими передними и очень длинными средними и задними ногами. Передние ноги клоп держит над водой и хватается ими добычу, средними ногами он гребет, а задними правит. Водомерка может не только быстро скользить по поверхности воды, но и подпрыгивать, вновь приводняться и при этом не намокать. От намочения ее предохраняет бархатистый ворс из тонких волосков; если водомерка случайно погрузится в воду, слой воздуха, удерживаемый этими волосками, не даст ей утонуть и даже намокнуть. Благодаря особому устройству ног водомерка не прорывает поверхностную пленку. Коготки находятся не на самом конце ног, как у большинства насекомых, а чуть выше; нога заканчивается веерообразным пучком волосков, который служит «лыжей» и позволяет водомерке передвигаться по поверхности воды, образуя на эластичной поверхностной пленке лишь небольшие углубления.

Это насекомое похоже на перевернутого гладыша. Его задние уплощенные ноги тоже приспособлены для гребли. Он удерживает под крыльями пузырек воздуха, а чтобы не всплыть, цепляется за подводные растения. Как и гладыш, он в случае необходимости может летать.



ВЕРТЯЧКА

Хотя этот жук обычно быстро кружится на поверхности воды, он ничуть не хуже чувствует себя и под водой. Верхняя часть больших сложных глаз приспособлена к тому, чтобы видеть в воздухе, нижняя часть — под водой

Жук-вертячка тоже обитает на границе воздуха и воды и успешно использует преимущества обеих стихий. Этих жуков часто можно видеть на поверхности прудов, нередко большими группами. Они беспорядочно кружат во всех направлениях. Жук хорошо летает и способен перебраться на другой пруд, если тот, в котором он жил, высох. Он может и нырять, унося с собой под воду на брюшке пузырек воздуха. Строение вертячки вполне соответствует такой двойной жизни. Верхняя часть тела жука отталкивает воду и остается сухой, а нижняя часть и ноги постоянно мокры. Его сложные глаза разделены на верхнюю и нижнюю части, так что жук видит одновременно и то, что в воздухе, и то, что под водой.

Вода оказывает гораздо большее сопротивление движению, чем воздух, и насекомые демонстрируют самые разнообразные способы решения проблемы движения под водой. Сравнив форму тела жука-плавунца и большинства наземных жуков, вы увидите, что очертания обитателя воды гораздо более обтекаемые. У плавунца тупой передний конец, гладкая овальная форма тела обычно без выступов или впадин; волосков или шипов немного. Самка плавунца столь обтекаема, что самцу трудно схватить ее при спаривании, поэтому у многих видов передние ноги самцов снабжены клейкими присосками, с помощью которых самец удерживает самку.

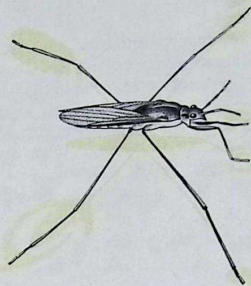
Клопы-гладыши, тоже обладающие обтекаемым телом, плавают спиной вниз. Как у гребляков и жуков-вертячек, их ноги имеют гребные лопасти для передвижения. Появление уплощенных члеников ног и частых рядов волосков — не единственные специализированные приспособления этих насекомых. Им пришлось значительно изменить свою мускулатуру. Заноса весло лодки для гребка, мы можем вынуть его из воды, но плывущее под водой насекомое так поступить не может. Нога насекомого, отталкиваясь от воды, двигает его вперед, но создает наименьшее сопротивление, когда заносится для следующего гребка. Это достигается расположением волосков на ногах. При движении в одну сторону волоски стоят прямо и позволяют сделать сильный гребок, при движении в обратную сторону бессильно висят. Обычно гладыш гребет двумя «веслами» сразу, но часто использует их и поодиночке — например, при поворотах, точно так же, как гребец работает одним веслом, чтобы изменить направление движения лодки.

В другом способе движения под водой используется принцип реактивного толчка. Жабры у личинки разнокрылой стрекозы находятся в заднем отделе пищеварительной системы, и вода омывает их, когда брюшко раздувается и сокращается. Всасывая воду, а затем быстро выталкивая ее, личинка может внезапно ускользнуть от врага.

Противоположная проблема — как оставаться неподвижным в быстром потоке — решается водными насекомыми по-разному. Насекомые, живущие в быстротекущей воде, в любой момент могут быть смещены или совсем смыты водой. Поэтому многие из них укрываются в кустиках донного мха и других водных растений. Некоторые личинки поденок, живущие в быстрых водах, сильно уплощены, а их ноги широко расставлены, что позволяет им крепко держаться за камни. Поток несется по их спинам почти без трения. Личинки ручейников строят прочные домики из камешков, защищающие их от истирающего действия несущихся по течению камней; некоторые даже прикрепляют к домикам «якоря» — крупные камни. Личинки мошек и некоторые водные гусеницы закрепляются шелковыми нитями, как швартовыми. У личинок комаров-сетчатокрылок шесть или более дискоскопических присосок, которые прочно удерживают их на камнях, позволяя личинкам жить среди самого быстрого течения. Личинки маленького жука псефенуса, живущие в быстротекущих водах, крайне плоски и почти округлы (по-английски их называют водяными монетками); видимо, все тело личинки действует как присоска и потому удерживается на камне.

Насекомые, живущие в прудах, часто сталкиваются с опасностью уменьшения или полного исчезновения воды, особенно в сухое лето. Высыхание пруда — катастрофа для водного насекомого, если оно не может перенести засуху или переселиться в другой пруд. Водные жители используют оба способа. Комары, например, откладывают яйца летом, когда их родной пруд полностью высохнет; они каким-то образом умеют выбирать ямки, первыми наполняющиеся водой с началом дождя. В результате личинки появляются, как только устанавливается сырая погода. Но у некоторых комаров есть дополнительный защитный механизм, обеспечивающий выживание вида. Их яйца начинают развиваться не после первого дождя, а ждут второго и даже третьего увлажнения. Без такого предохранительного устройства личинки могли бы вывестись после кратковременного периода дождей и погибнуть, если бы пруд пересох еще раз. Другие насекомые активно избегают засухи. Многие просто закапываются в ил и ждут возврата воды. Жуки-плавунцы и водяные клопы, хорошие летуны, покидают пересохший водоем и летят на поиски новых источников воды.

В прудах и ручьях так много насекомых, что кажется удивительным, что лишь единичные виды перешли к жизни в океане. В Тихом океане, у островов Самоа, живет комар, все стадии жизненного цикла которого проходят под водой. У самки нет антенн, ротовых частей, крыльев и перед-



КЛОП-ВОДОМЕРКА

Благодаря стройным ногам и мягкому телу, покрытому для плавучести микроскопическими волосками, это насекомое держится на поверхности воды и может быстро скользить по ней. У него есть крылья, но летает оно плохо.

них ног, а средние и задние ноги рудиментарны. Крылья у самца короткие, для полета непригодные. Клопы-водомерки — еще один пример насекомых, живущих в океане, часто за сотни километров от берега, но их нельзя назвать по-настоящему водными, так как кислород они получают из атмосферы. Этим морским водомеркам не приходится возвращаться на сушу для размножения: они прикрепляют яйца к водорослям, плавающим на поверхности океана.

Вопреки распространенному мнению препятствие, удерживающее насекомых от заселения моря, — не его соленость. Многие насекомые живут в воде, гораздо более соленой, чем вода любого океана. Например, в экспериментальных условиях удавалось выращивать личинок некоторых комаров в воде, вдвое более соленой, чем морская, а личинка одной мухи процветает в Большом Соле-

ном озере (штат Юта), соленость воды в котором достигает 22%. Эти насекомые выживают потому, что их скелет практически не пропускает воду, а, кроме того, насекомые способны выносить гораздо более значительные изменения состава крови, чем млекопитающие.

Но почему тогда насекомые, умеющие приспособиться практически к любым условиям, пренебрегли широкими просторами океанов? Конечно, сыграла роль бедность морской флоры, большая глубина моря, беспокойность его вод. Но, видимо, основная причина в том, что в океанах насекомые встретили наконец достойного противника: там первой поселилась более древняя группа членистоногих — ракообразные. Здесь они процветают, прочно захватив все экологические ниши. А мокрицы, например, даже вторглись в царство насекомых — на сушу.



Плавающая в стоячей луже кладка комара. Каждое яйцо окаймлено прозрачными воздухоносными поплавками, которые удерживают его на поверхности воды в удобном для выхода личинки положении.

ЖИЗНЬ В ВОДЕ

Из почти миллиона видов насекомых, существующих на Земле, в воде живет только несколько тысяч. Используя невероятное множество остроумных устройств — включая прототипы акваланга, водолазного колокола, дыхательной трубки и реактивного двигателя, — они приспособились ко всем типам водных местобитаний. Насекомые живут в стоячей воде, крепких рассолах, горячих источниках, холодных ледниковых потоках и даже в нефти.



С берега этот пруд кажется спокойным. В неглубоком водоеме, пронизанном солнечным светом, разрослись кувшинки и другие водные растения, предоставляющие укрытие и пищу многочисленным насекомым.

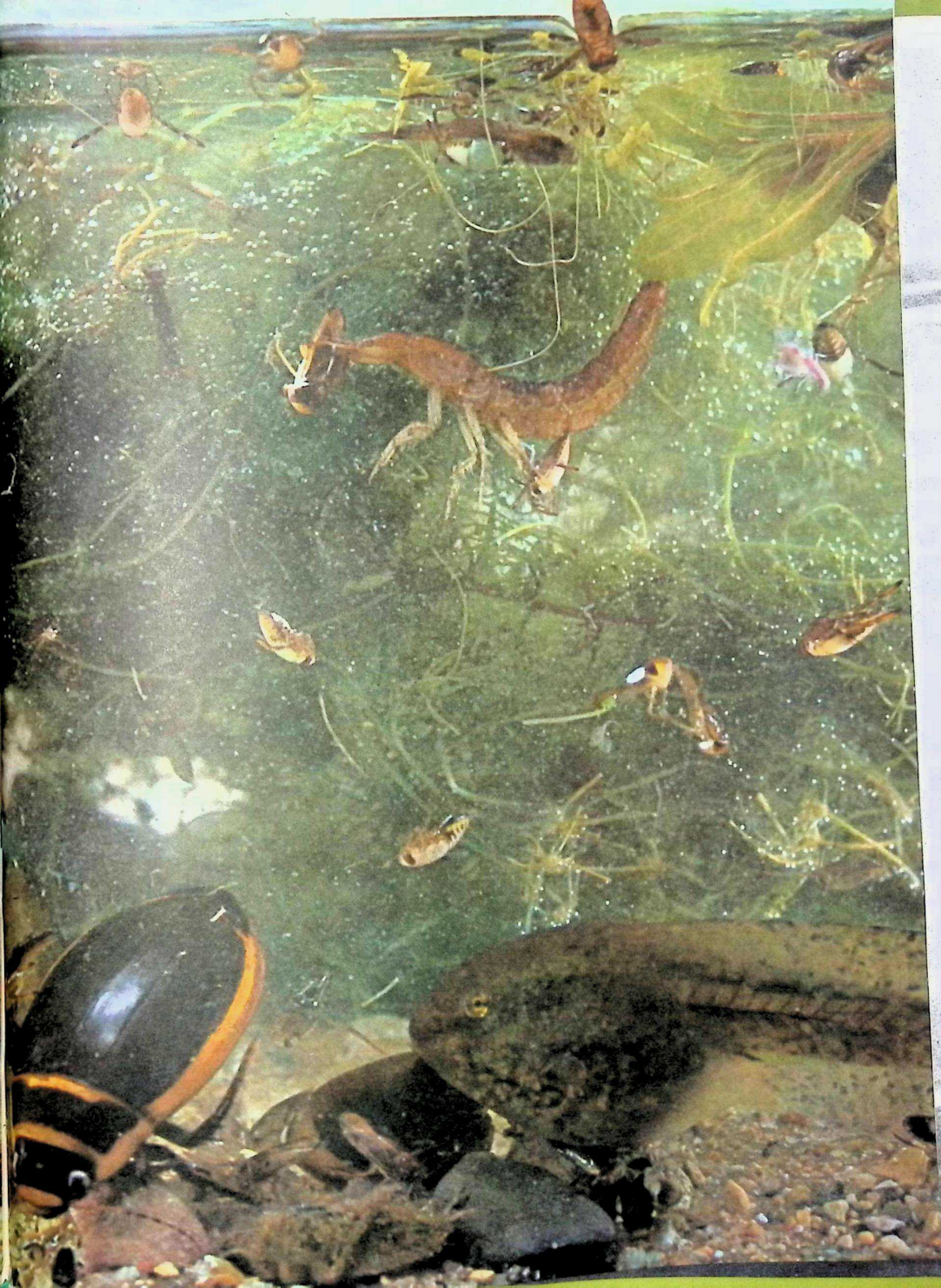
Под водой

Для нормальной жизни насекомого под водой требуется определенное соотношение температуры воды, солнечного света, кислорода, пищи и жизненного пространства. Это соотношение особенно благоприятно на мелководье прудов и озер, поэтому именно там процветают те сравнительно немногие виды насекомых, которые сумели приспособиться к подводному существованию. Например, в небольшом уголке пруда глубиной 20 сантиметров и шириной 25 сантиметров, показанном на снимке справа, обитает более 35 насекомых, относящихся всего к четырем видам.

Мелкие пресные воды богаты жизнью по нескольким причинам. Во-первых, здесь обычно много кислорода, что важно для процветания организмов с жаберным дыханием, например личинок стрекоз. Главный источник этого кислорода — пышная растительность мелководья, выделяющая кислород в воду в процессе фотосинтеза. Яркий солнечный свет легко проходит через тонкий слой воды и обеспечивает изобилие растительности, которая создает и богатый запас пищи для растительноядных насекомых, например для клопов-гребляков. Фитопланктон, быстро размножающийся на мелководьях, служит пищей микроскопических простейших и рачков, а их поедают мелкие хищные насекомые, например жук-плавунец и клопы-гладыши, которыми в свою очередь питаются различные личинки и более крупные хищники. Но всем правит температура. Летом на мелководьях тепло и жизнь расцветает; зимой они замерзают, тонкое равновесие подводной жизни нарушается и оживленных сцен, вроде показанной на снимке, не увидишь до весны.

Под поверхностью воды царит жестокая борьба за существование, в которой принимают участие такие хищники, как жук-плавунец (внизу) и личинка жука-плавуна, схватившая клопа-гребляка (сверху в центре).





На воде

Не все водные насекомые живут под водой. Некоторые, как водомерка и жук-вертячка, всю жизнь проводят на поверхности, лишь изредка погружаясь в воду. Они приобрели уникальное приспособление — способность ходить или маневрировать на поверхности воды. Это оказывается возможным благодаря поверхностному натяжению

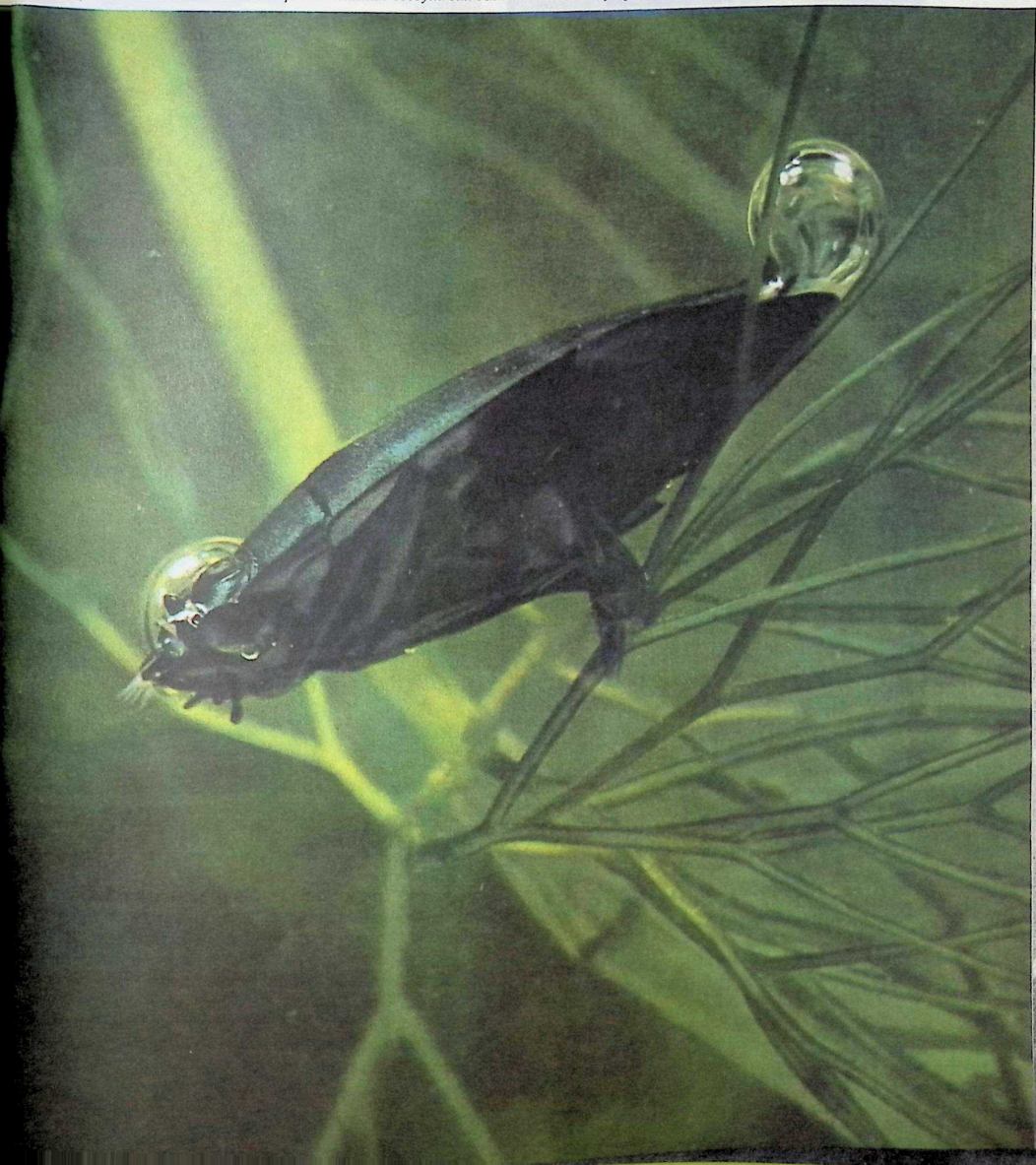
Длинные ноги водомерки прогибают поверхностную пленку, но не рвут ее. Водомерка питается падающими в воду насекомыми.

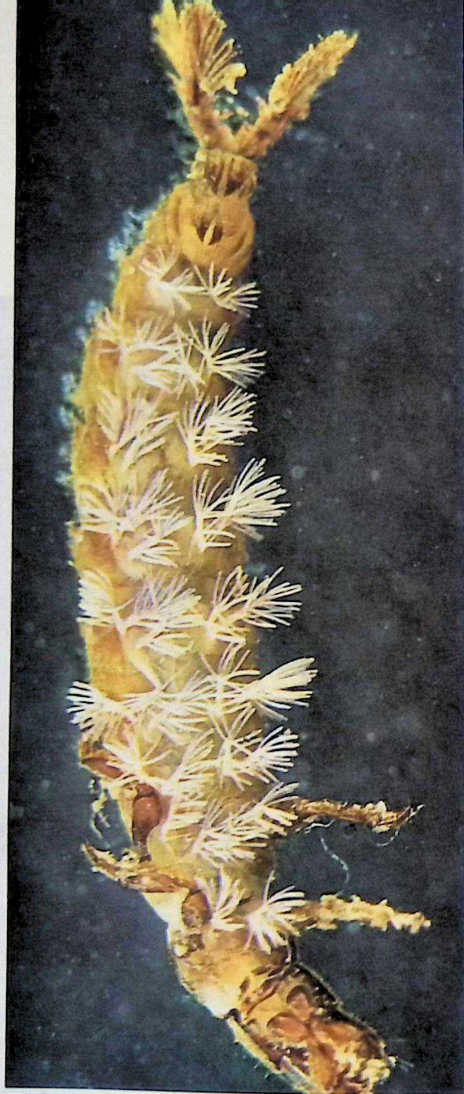


воды. Вода «любит» прилипнуть к самой себе и сильно сопротивляется разрывам. Силы сцепления молекул воды так велики, что совершенно чистая вода, полученная в лаборатории, обладает не меньшей прочностью на разрыв, чем сталь. Поэтому поверхность воды ведет себя так, будто она покрыта тонкой пленкой, на которой такие

мелкие животные, как водомерки, могут стоять не проваливаясь. Но иногда обитатели поверхностной пленки все же прорывают ее. Когда это случается, вертячка сама выплывает на поверхность воды, водомерке же помогают сделать это воздушные пузырьки, которые удерживаются волосками на теле и придают насекомому плавучесть.

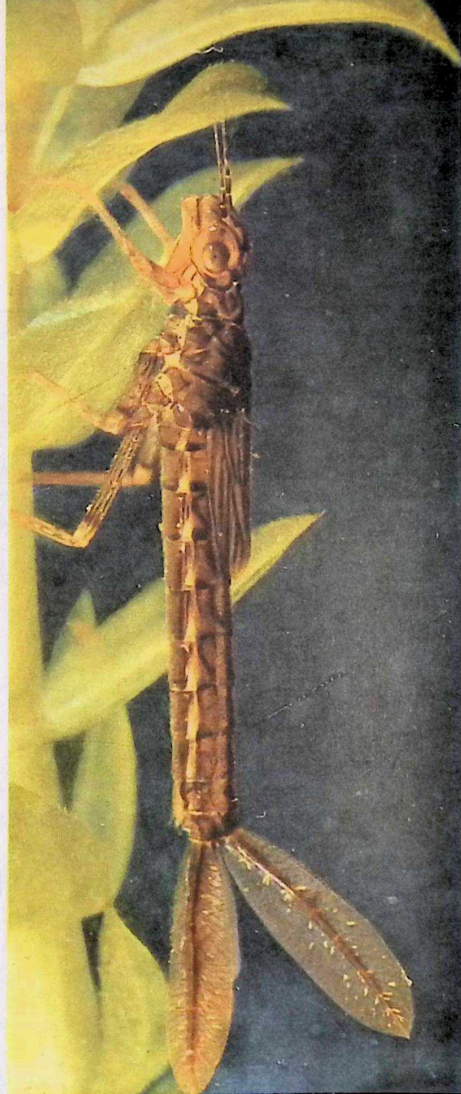
Жук-вертячка захватывает с поверхности запас воздуха для дыхания под водой, удерживая его в пузырьке на конце брюшка.





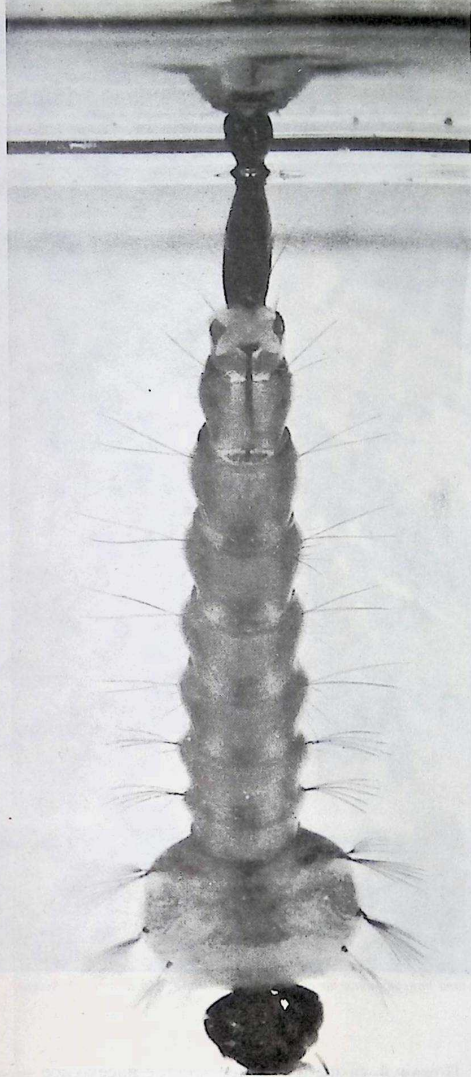
У многих ручейников хорошо видны кружевные трахейные жабры, украшающие тело личинки. Даже если личинка обитает в домишке, через него постоянно проходит вода, и при помощи жабр личинка извлекает из нее кислород.

Жабры и дыхательные трубки

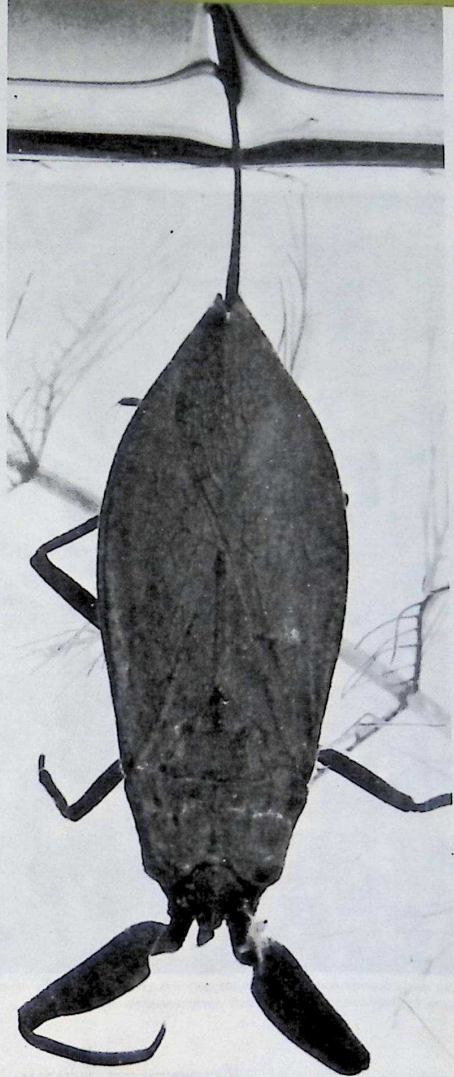


Похозяй формой тела на карандаш, личинка пугливой равнокрылой стрекозы дышит как рыба; жабры в виде трех нежных листочков расположены на конце брюшка.

Одни из самых остроумных приспособлений насекомых предназначены для дыхания под водой. Хотя насекомые и малы, им требуется немало кислорода для поддержания высокого уровня метаболизма. Водные виды используют три способа дыхания: через дыхательную трубку, жабры и воздушный пузырек. Но у них есть и система прямого поступления кислорода внутрь, свойственная всем



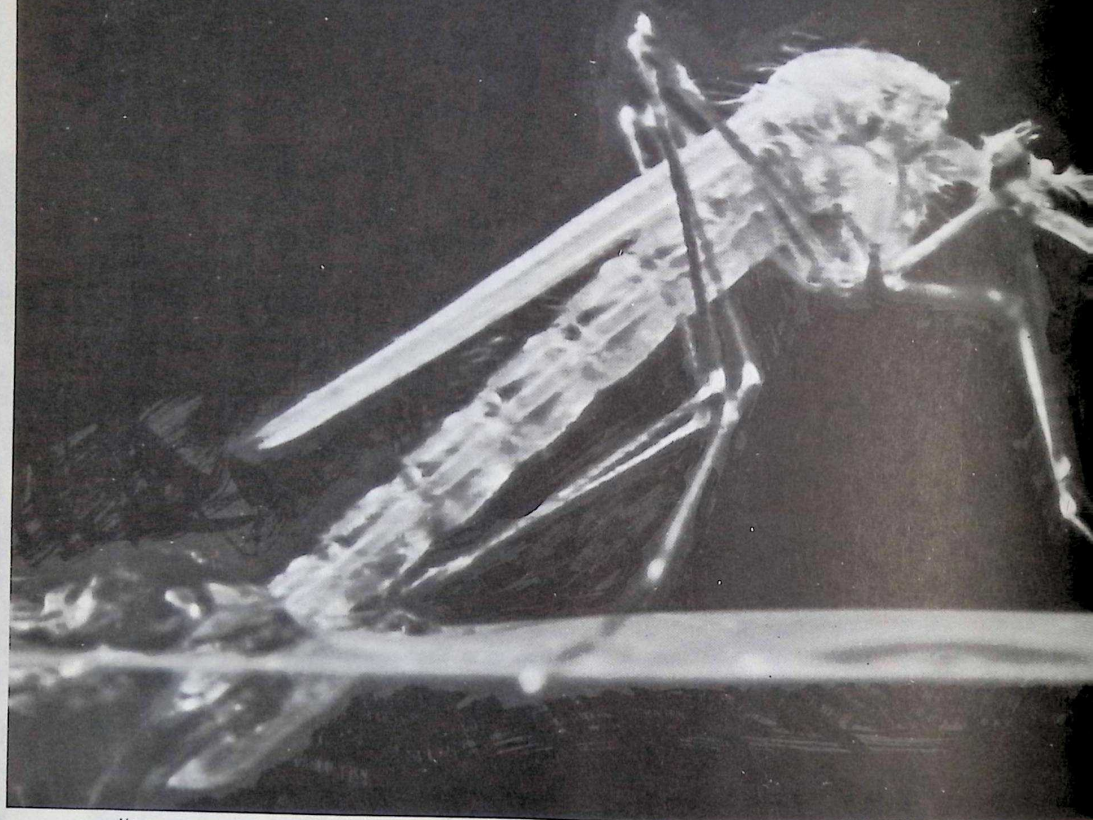
Вися вниз головой, личинка обыкновенного комара забирает воздух через два дыхальца, расположенные на конце длинной дыхательной трубки. У личинки малярийного комара нет такой трубки, поэтому она лежит под поверхностью воды горизонтально.



Копьевидный воздухопровод — длинная трубка, идущая от трахей в задней части брюшка, — снабжает водяного скорпиона воздухом с поверхности. Трубка эта не втягивается в брюшко.

насекомым. Это сеть разветвляющихся трубочек, так называемых трахей, доходящих иногда до каждой клетки тела насекомого. Хотя насекомые способны «дышать», когда нужно, используя мышцы брюшка для нагнетания воздуха в трахеи и последующего откачивания, «вдох» не доходит до самых тонких внутренних трубочек, и к ним кис-

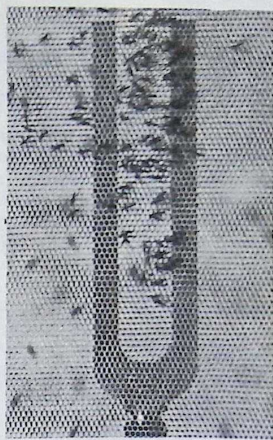
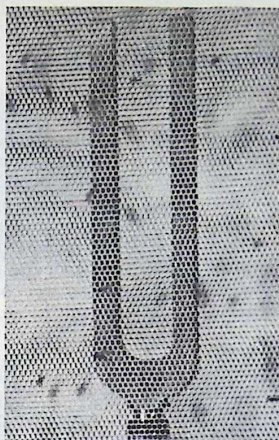
лород поступает благодаря процессу диффузии. Но диффузия молекул кислорода в узкие трубочки идет очень медленно, и необходимое для дыхания количество кислорода может проникнуть лишь на глубину в несколько миллиметров. Именно поэтому размер тела у большинства насекомых не превышает двух с половиной сантиметров.



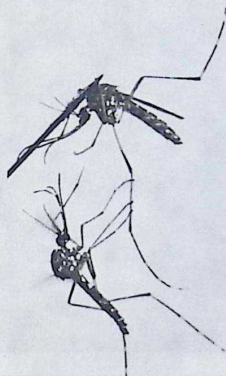
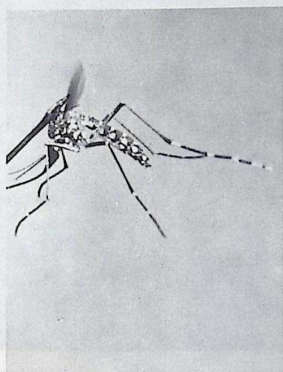
На поверхность воды, покидая шкурку куколки, выбирается только что появившийся на свет самец комара. На антеннах видны волоски, которые помогают ему воспринимать звук.

Короткая жизнь самца комара

Пожалуй, самое известное водное насекомое — комар. Две тысячи видов комаров населяют Землю, одинаково бурно размножаясь в холодных арктических озерах и в почти кипящих тропических лужах. Летом к тому времени, когда комару пора появиться в облике окрыленного взрослого насекомого, он уже прожил целую жизнь, проведенную в воде: сначала в виде яйца, день или два плавающего на поверхности, затем одну-две недели в виде личинки и два-три дня в форме куколки, висящей под поверхностной пленкой вниз голо-



В лабораторном опыте удалось обмануть комаров: слева — молчащий камертон не вызывает никакой реакции, справа — вибрирующий камертон привлекает самцов, ибо его гудение напоминает шум крыльев самок.



Эксперимент повторен в условиях, более близких к естественным: слева — машет крыльями, пытается улететь, приклеенная грудным отделом к иголке самка комара; справа — самец, уловивший это жужжание, приближается к самке и, схватив ее за ногу, готовится к спариванию.

вой. Полностью сформировавшемуся комару остается только две или три недели жизни, а он еще должен успеть спариться.

Этот процесс спаривания — один из самых необычных среди насекомых. При спаривании комар-самец целиком полагается на слух. Похоже, что он никак не реагирует на физическое присутствие самки, но если она летит, испуская свой тоненький плач, звук мгновенно привлекает самца. Звуковые волны, рождаемые ее крыльями, ударяют в антенны самца и вызывают вибрацию их сенсорных

клеток, которые посылают импульсы в мозг комара. Самец сразу летит к самке и спаривается.

Опыт, в котором звучащий камертон изображает полет самки комара, показывает, насколько жестко обусловлено брачное поведение самца. Самец глух к песне самки только в один период своей взрослой жизни — в первые 24—48 часов после выхода из куколки. Дело в том, что тончайшим волоскам на антеннах, так называемым сенсиллам, которыми комар слышит, требуется день или два, чтобы просохнуть и расправиться.

Насекомые, которые выходят из воды и возвращаются в нее

Для большинства водных обитателей, половину жизни проводящих в воде, а половину в воздухе, главная проблема — успешно завершить переход от одного образа жизни к другому. В личиночной стадии насекомое приспособлено только к подводной жизни. Но взрослой особи требуется воздух, чтобы дышать и чтобы сразу же после рождения обсушить крылья. Проблему перехода насекомые решают по-разному. Мошка выходит из

куколки в пузырьке воздуха и в этом же пузырьке поднимается к поверхности. Точно в заданный момент личинка стрекозы выползает из воды, и вскоре ее шкурка лопается, чтобы выпустить взрослое насекомое. Позднее насекомому приходится совершить обратный переход, чтобы отложить яйца. Равнокрылая стрекоза, яйцам которой требуется водная среда, откладывает их, изящно присаживаясь на воду и опуская в нее кончик брюшка.



Участь малька решена — его подстерегает беспощадный хищник. Поглощая огромное количество пищи, личинка разоткрытой стрекозы линяет более десяти раз, прежде чем из нее выйдет взрослое насекомое.

Легкие и изящные самки равнокрылых стрекоз-красоток присели на воду. Свои яйца они откладывают на нижнюю сторону плавающих листьев, чтобы вышедшие личинки сразу оказались в воде.





Слепых бродячих муравьев, которые перемещаются, обычно руководствуясь запахом и осязанием, заставили идти по бесконечному кругу, поставив на их пути чашку Петри.

8

Мудрость или инстинкт?

«Инстинкт, — писал Фабр, — непогрешим в той неизменной области действия, которая ему отведена. Вне этой области он бессилен. Его участь — быть одновременно и высочайшим знанием, и изумительной глупостью, в зависимости от того, в каких условиях действует насекомое: в нормальных или в случайных»*.

Типичный пример многочисленных экспериментов Фабра, задуманных для проверки разума насекомых, — его вмешательство в жизнь одной из хищных ос, которая притаскивает добытого кузнечика к своей норке, оставляет его у входа, осматривает норку, а затем затаскивает добычу внутрь. Оса всегда тащит добычу за антенны, и когда Фабр срезал их до основания, оса не слишком расстроилась: она ухватила за один из ротовых щупиков и продолжала тащить. Пока оса спускалась в норку для осмотра, оставив кузнечика снаружи, Фабр отрезал и щупики и отодвинул добычу от гнезда. Выйдя из норки, оса быстро нашла свою искалеченную жертву и внимательно ее осмотрела: на голове кузнечика больше не было придатков, за которые она могла бы ухватиться, чтобы дотащить жертву до довольно близко расположенной норки. И тогда охотник вышел из игры, хотя у добычи было вполне достаточно других заметных придатков, за которые ее можно было бы тащить, — шесть длинных ног, яйцеклад.

Фабр пошел дальше: он подsunул одну из ног кузнечика прямо под мандибулы осы, но она не схватила эту «рукоятку». «Схватить ножку вместо усика — для нее непреодолимая трудность, — заключает Фабр. — Ей нужны усики или щупик. Исчезни они — и ее племя погибнет, не будучи в состоянии преодолеть небольшое затруднение».

* Ж.-А. Фабр, Жизнь насекомых. Рассказы энтомолога. Сокр. пер. с франц. и обработка Н. Н. Павлищикова, М., Учпедгиз, 1963, стр. 70.

С о времен Фабра мы уже многое узнали о сложном поведении насекомых. В основном эти данные подтверждают, что разум в том смысле, какой мы вкладываем в это слово, вряд ли существует в мире насекомых.

Некоторые из более высокоорганизованных насекомых обладают хорошей памятью и способны к обучению, но, несмотря на это, у насекомых не существует ни предвидения, ни умозаключений в нашем понимании. С уверенностью можно сказать, что гусеница, жующая лист, не знает о превращении, которое случится с ней через некоторое время на стадии куколки. И все же многие замечательные действия гусеницы — например, выбор места для окукливания и плетение кокона с люком для выхода — представляют собой подготовку к этому превращению. Такое поведение — по большей части результат бездумного реагирования на раздражитель. Как правило, это негибкое реагирование. Все хищные осы одного вида ловят одинаковую добычу и роют свои норки в одинаковых местах и одинаковым образом. Они так скованы своим врожденным поведением, что часто становятся его рабами. Муха, залетевшая в дом, может часами биться о стекло в верхней части окна, хотя внизу обе створки раскрыты.

Тем не менее одно семейство насекомых, муравьи, с древних времен прославляется за свою «мудрость». Если бы разум хоть в какой-то форме существовал в мире насекомых, то наверняка муравьи были бы им наделены. Многотысячные сообщества муравьев — наиболее приближающееся к цивилизации явление в мире насекомых; между муравьиными «обществами» и человеческим обществом есть некоторые неоспоримые черты сходства. Как и человеческие общества, сообщества муравьев освоили три основных способа получения пищи: сбор, охоту и сельское хозяйство. У муравьев, видимо, общественный образ жизни развит в большей мере, чем у пчелы или осы; их кастовая система существовала уже 30–40 миллионов лет назад (в янтаре сохранились особи разных каст). В отличие от пчел и ос все существующие виды муравьев общественные. Княжескую жизнь муравьишки чрезвычайно долговечны; нередко демонстрируют долговечность и отдельные муравьи: некоторые рабочие живут до семи, а «царицы» — до пятинадцати лет.

Человек не обладает ни острым зрением ястреба, ни чутким слухом собаки, но эти потери в остроте чувств с лихвой компенсируются наличием мозга, более сложного, чем у его родственников-позвоночных. И у муравья нет огромных глаз стрекозы и совершенного уха кузнечика. Но, по странному совпадению, нервная система муравьев морфологически отличается от нервной системы других насекомых. У большинства насекомых в голове две массы нервных ганглиев: передняя

функционирует как мозг, а задняя управляет ротовыми частями. У многих видов муравьев эти нервные массы объединились, образовав единый крупный орган, — видимо, потому, что жидкая в основном пища муравья позволила упростить устройство головы. Пока не ясно, действительно ли именно это слияние увеличивает способность к обучению. Единственное, что, пожалуй, можно сказать, — такие муравьи живут достаточно долго, чтобы приобрести опыт путем обучения.

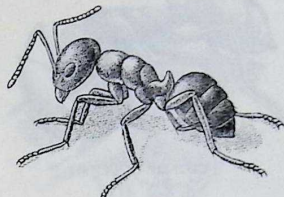
Муравьи способны научиться находить выход из лабиринта с шестью и даже с десятью тупиковыми ходами. Когда их держат в экспериментальных гнездах, они, по-видимому, смиряются с судьбой: прекращают попытки к бегству, хотя легко могли бы убежать, и перестают обороняться, когда экспериментаторы прикасаются к ним. Они даже привыкают собирать предоставляемую им пищу и в те сезоны, когда в естественных условиях этим не занимаются. И хотя между муравьями одной колонии существуют значительные индивидуальные различия в памяти и способностях к обучению, эти способности узкоограничены. Муравей, научившийся, например, проходить через лабиринт, ведущий от гнезда к пище, должен обучаться заново, если лабиринт переставили так, что через него надо проходить уже на обратном пути от пищи к гнезду. По-видимому, информация, усвоенная муравьем при поисках пищи, полезна для него, только когда он голоден.

Изучение многих, казавшихся чудом муравьиных «подвигов» нередко приводило к весьма прозаическим объяснениям. Когда на ствол кофейного дерева для защиты от муравьев надели липкий пояс, муравьи примерно через час нашли другую дорогу — через высокую траву, которая касалась нижних ветвей дерева, а всего через день они проложили обходной путь к «запретному плоду» через нависающую ветвь соседнего дерева, удаленного на много метров. И все же это, видимо, результат случайного совпадения, а не озарения. Несомненно, на дереве выше наложенного пояса осталось несколько муравьев; вернуться в гнездо обычным путем им не удалось, и они постепенно, методом проб и ошибок, нашли иную дорогу. А другие муравьи уже по запаху могли пройти по новой тропе обратно к дереву. Муравьи нередко мостят клейкий пояс на стволе дерева комочками земли — с намерением, как полагали, построить безопасную переправу. Но это не так: муравьи, как правило, засыпают любое липкое место, встречающееся в часто посещаемых ими местах, независимо от того, полезно им это при сборе пищи или нет.

Поведение отдельного муравья просто и незамысловато, но, объединившись с другими муравьями, он может выполнять весьма разнообразные функции, демонстрируя подчас очень сложные

формы поведения. Вопрос о том, как осуществляется сотрудничество муравьев, каким образом в кажущемся беспорядке муравейника выполняется нужная работа, частично был разрешен с открытием трофаллаксии (в буквальном переводе — «обмен пищей»). Муравьи вылизывают друг друга, обмениваются пищей и секретами желез. Когда встречаются два муравья из одного муравейника, они обмениваются ударами антенн и часто передают «из уст в уста» капельки жидкости. Муравьи постоянно облизывают яйца и личинок, чистят «царицу». Таким образом, между всеми обитателями колонии устанавливается связь, обеспечивающая взаимную заинтересованность рабочих, «царицы» и расплода. Выживание большинства муравьев основано именно на этом обмене. Например, самки бродячих муравьев неизменно заболевают и умирают, будучи изолированы хотя бы на несколько дней от колонии. Вполне возможно, что у муравьев, как и у термитов, путем трофаллаксии в семье распространяется «общественный гормон», регулирующий соотношение численности представителей разных каст.

«ПРОФЕССИИ» МУРАВЬЕВ



ПЛОТНИКИ

Здесь и на следующих страницах показаны восемь распространенных в Америке видов муравьев. Каждому из них свойствен свой образ жизни. Пенсильванский муравей-древоточец — крупное тускло-черное насекомое, прогрызающее ходы в древесине недавно отмерших деревьев. Этих пугливых насекомых много в Канаде и на востоке США: на поиски пищи они выходят, как правило, по ночам, но в домах питаются и в дневное время.



ЛЕГИОНЕРЫ

Американские бродячие муравьи, называемые еще легионерами, отличаются от африканских тем, что идут не сплошной лавиной, а быстро бегут одной колонией. Они гораздо дольше африканских остаются на бижуке. Пищу добывают, охотясь на других насекомых, сохраняя их мясо и унося его с собой при переходе на новую стоянку. Переход этот совершается обычно ночью, под покровом листьев. Большинство легионеров почти совсем лишены зрения.

Пойди к муравью, ленивец, — советовал царь Соломон в «Притчах»*. — Посмотри на действия его и будь мудрым. Нет у него ни начальника, ни приставника, ни повелителя; он заготавливает летом хлеб свой, собирает во время жатвы пищу свою». Это высказывание казалось энтомологам загадочным вплоть до прошлого века. Не было доказательств того, что муравьи действительно собирают зерно. Но в 1871 году один английский натуралист открыл в Южной Европе муравьев, которые имеют амбары. Эти муравьи-жнецы веками ускользали от внимания ученых, потому что в Европе они живут только на Средиземноморском побережье.

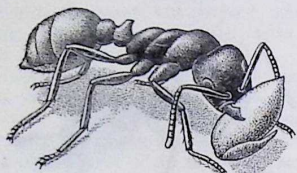
Семена растений входят в рацион многих муравьев, но только муравьи-жнецы основывают почти все свое «хозяйство» на добыче зерна. Они живут обычно в засушливых районах, где пищи немного и конкуренция велика; муравьи накапливают собранные за время вегетации растений зерна и питаются ими в сухой период, когда этой пищи в природе нет. Иногда большие гнезда муравьев-жнецов бывают окружены кольцом растений, которых больше нигде поблизости не встретишь. Считалось даже, что жнецы специально создают такие приусадебные участки, чтобы обеспечить себя близким источником зерна. Это, конечно, не так: просто некоторые из хранящихся в гнезде семян начинают прорастать, и муравьи выбрасы-



СКОТОВОДЫ

Обыкновенный садовый муравей, распространенный и в Европе, и в Северной Америке, относится к муравьям «пасущим» тлей. Он строит на дорожках и тенистых кортах небольшие песчаные холмики. Это мелкое бурое насекомое с довольно мирным характером. Садовый муравей тратит много энергии на уход за тлями, перенося их с места на место и защищая от врагов. Тем не менее иногда нападает на гнезда других муравьев.

* «Книга притчей Соломоновых». — одна из частей Библии. — Прим. перев.



СБОРЩИКИ СЕМЯН

Муравьи-жнецы питаются семенами. Техасский жнец, самый крупный, запасает в своем гнезде огромное количество мелких семян. Если зерна начинают прорастать, муравьи выбрасывают их за пределы муравейника; там они прорастают и дают урожай, идущий муравьям в пищу. Укус этого насекомого весьма чувствителен для человека. Муравьи с похожими повадками живут и в странах Средиземноморья.



ГРИБОВОДЫ

Красноватый муравей средней величины, грибовод, или листорез, распространен в США от Техаса до Северной Каролины. Он строит конусообразные гнезда диаметром около трети метра. Пережевывая листья, он превращает их в кашу, а потом выращивает на ней определенный вид грибов и питается их плодовыми телами. Гриб удается культивировать в лаборатории и без помощи муравьев, но тогда он не дает плодовых тел.



ВОРЫ И НАХЛЕБНИКИ

Родственники этих крошечных желтых североамериканских муравьев живут и в Европе. Они обитают под землей, часто в гнездах других муравьев, строя узкие дополнительные туннели, в которые не могут пройти более крупные хозяева. Их терпят во многих муравейниках, хотя они питаются беспомощными личинками и куколками своих хозяев. Эти муравьи часто селятся в домах, питаясь пищевыми отходами человека и мертвыми насекомыми.

вают их, создавая «мусорные кучи» вокруг гнезда. Отдельные семена укореняются и идут в рост. Муравьи могут собирать зерна и с этих растений, но это лишь случайная жатва.

Муравьи-жнецы не выращивают урожая, но в хранении зерна они настоящие специалисты. У некоторых видов жнецов есть даже свои мельники — это необычно крупные рабочие, которые раздавливают твердые зерна мощными челюстями. В специальных помещениях верхней части гнезда от зерен отсортировываются предметы, ошибочно принесенные фуражирами. Некоторые группы муравьев часами пережевывают зерна, превращая их в так называемый муравьиный хлеб. Раньше полагали, что при переработке семян жнецы намеренно превращают крахмал в сахар, чтобы потом съесть его. Но сейчас ученые выяснили, что этот процесс идет независимо от желания муравьев: пережевывая зерна, муравей выделяет обильную слюну, которая и способствует этим превращениям.

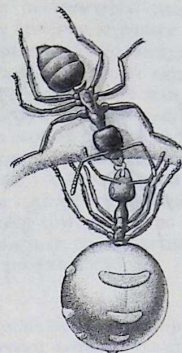
Хотя рассказы о том, что муравьи-жнецы возделывают собственные плантации, неверны, есть муравьи, которые действительно выращивают и собирают урожай. Более ста родственных видов муравьев, живущих в Новом Свете, содержат грибные плантации и занимаются сложным «сельским хозяйством». Исследования эволюции поведения муравьев позволяют восстановить этапы, по которым могло идти развитие такого поведения. Одно из возможных объяснений состоит в том, что навык выращивать грибы возник случайно из странного поведения некоторых муравьев-жнецов. Муравьи одной развитой группы жнецов известны тем, что приносят в гнездо кусочки листьев и веточек. Этот хлам позже выбрасывается. По-видимому, муравьи-фуражиры «чувствуют себя обязанными» что-то принести из каждого рейса, и если не могут найти семян, возвращаются с другими мелкими находками. Как бы там ни было, в гнездах этих жнецов собирается много растительных остатков — идеальный субстрат для грибов. Кроме того, грибы часто сами собой вырастают на запасах муравьиного хлеба. Как был совершен прыжок от случайного сбора растительных остатков к намеренному приготовлению субстрата для выращивания грибов и действительно ли развитие шло таким именно образом, можно только догадываться.

Выращивают грибы муравьи-листорезы. Они обычно малы, часто вооружены шипами. Рабочие длинной чередой выходят из гнезда, направляясь к соседнему дереву или большому кусту. Некоторые откусывают кусочки листьев прямо на дереве, другие срезают целые листья, которые падают на землю, и там их разрезают на достаточно мелкие кусочки, что можно было дотащить до гнезда.

Затем рабочие все теми же длинными веренищами возвращаются в гнездо, неся над собой, как зонтики, кусочки листьев. Генри К. Мак-Кук, один из первых исследователей муравьев, сравнивает их с «учениками воскресной школы, несущими знамена». Листорезы, которые могут за одну ночь лишить дерево листьев, наносят серьезный вред сельскому хозяйству южных штатов США. Они не едят листья, а пережевывают их, как муравьи-жнецы пережевывают зерна. Полученную рыхлую массу держат в специальных камерах в глубине гнезда; на ней выращивают грибной мицелий. Когда муравьи откусывают концы нитей грибочка, на последних образуются маленькие шишечки, напоминающие миниатюрные кочанчики кольраби.

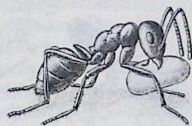
Большая колония листорезов имеет множество входов в гнездо, разбросанных на площади размером более 100 квадратных метров. Даже в тропическом лесу эти сделанные муравьями прогалыны полностью свободны от зелени — проростки либо заваливаются выброшенной при строительстве гнилью, либо, едва появившись, лишаются листьев. Муравейник, насчитывающий немалым более трех лет, может иметь около тысячи входов, хотя не все они используются одновременно. Некоторыми входами муравьи пользуются всего несколько дней, пока не соберут все листья с растущего поблизости дерева, а затем, пока дерево не покроется новой листвой, забрасывают их. Входные туннели тянутся вглубь до 5 метров и заканчиваются камерами длиной в метр, шириной и высотой около 30 сантиметров. На полу каждой камеры — толстый «ковер» из пережеванных листьев, оплетенный гифами гриба. Маленькие рабочие, в чью функцию входит ухаживать за «посевами» внутри гнезда, снуют по плантации. Кормление расплода несложно: муравьи-няньки просто приносят личинок и пускают их пасться на грибных грядках. Из гнезда выходят только крупные рабочие, они-то и приносят листья. Но самые крупные особи — солдаты, охраняющие вход и тропы. Численность большой колонии листорезов может достигать нескольких миллионов. Вероятно, в гнездо принимают чужих «щарич» того же вида. Это позволяет колонии существовать дольше, чем может прожить одна «щарича».

На плантациях растет только тот вид гриба, который возделывается данным видом муравьев, несмотря на то что гнезда вырыты во влажной почве, где много разных грибов, и на листьях постоянно заносятся «грибы-сорняки». Раньше думали, что рабочим приходится непрерывно выпалывать посторонние грибы, но сейчас стало известно, что в этом нет надобности, хотя поддерживать чистоту плантации необходимо. Если муравьев удалить, плантация начнет приходить в упадок и скоро зарастет сорными грибами. Сек-



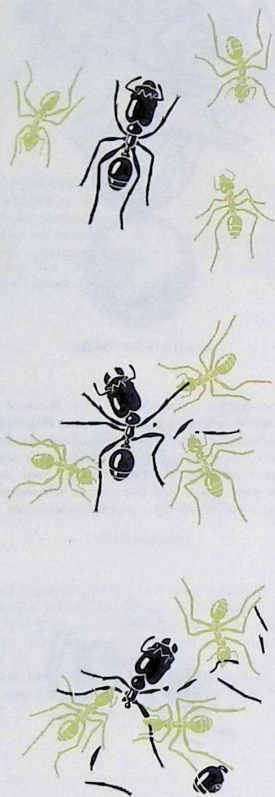
ХРАНИТЕЛИ МЕДА

Эти муравьи живут на юго-востоке США. Брюшко у них темное, а голова желтоватая или коричневая. Обитая в жаркой и сухой местности, они выработали способ накапливать в благоприятный сезон сладкие соки, которые запасают в растяжимых телах некоторых молодых рабочих особей. Эти живые бочки вздуваются по мере того, как фуражиры передают им новые порции нектара, и примерно через месяц достигают максимальной величины.



ОХОТНИКИ ЗА РАБАМИ

Муравьи-рабовладельцы похищают яйца и личинок других видов муравьев и выращивают из них рабов, которые выполняют всю работу в муравейнике. В своих набегах они окружают чужой муравейник и начинают тревожить его короткими нападениями. Подготовившись к массовому бегству, обороняющиеся муравьи покидают муравейник, и вот тут-то на них нападают рабовладельцы, которые отбирают молодь, убивая только в случае необходимости.



Прожорливые аргентинские муравьи — мелкие агрессивные насекомые, выработавшие крайне эффективную тактику боя. Окружая врага, который может быть гораздо крупнее их самих, они держатся вне пределов досягаемости его опасных жвал (вверху). Внезапно один из муравьев устремляется вперед и хватается врага за ногу. Это сигнал, по которому другие муравьи откусывают ноги избранной жертвы (в центре). Она обездвигается, и муравьи быстро расчлениют ее (внизу). Медленно распространяясь по всему миру, агрессивные аргентинские муравьи методично истребляют всех встречающихся им муравьев.

рет поддержания чистой культуры гриба без постоянной прополки, по-видимому, объясняется действием слюны рабочих муравьев, пережевывающих листву. Полагают, что в слюне содержится антибиотик, тормозящий рост нежелательных грибов. Вероятно, в ней есть и стимулятор роста нужного гриба, потому что ни гриб, ни муравьи не существуют друг без друга.

Постоянный, однообразный труд, о котором прежде всего вспоминаешь, представляя жизнь муравья, нагляднее всего проявляется у листорезов. Их гнезда достигают гигантских размеров, жизнь проходит в бесконечном обгрызании листьев и переносе добычи в гнездо. И все же выработанный возделывателями грибов образ жизни дает такие преимущества, которыми пользуются лишь немногие насекомые: листорезы нашли источник пищи, на который почти никто другой не претендует, и приобрели независимость от всех прочих источников пищи. Им удалось то, что смогли лишь немногие существа: они получают сырье, доступное в больших количествах (листья), и делают из него конечный продукт (пищу). Им нужно лишь собирать листья, которыми богат лес, при этом они не рискуют потерять часть колонии в охотничьих вылазках и не подвергаются опасности со стороны других насекомых. Листорезы никогда не вступают в конфликт с бродячими муравьями — другой, преобладающей в тропиках и субтропиках Нового Света группой муравьев, хотя иногда и живут бок о бок с ними.

Бродячие муравьи многочисленны в тропиках Америки и Африки (где они известны под названием «муравьев-кочевников»), а несколько видов заходят далеко на север, до штатов Колорадо и Северная Каролина (США). В отличие от листорезов это хищники и кочевники. У них нет постоянного дома, они живут в той местности, которую опустошают. Их гнездо, или бивуак, — кипящий клубок муравьиных тел (в нем может быть до 150 000 муравьев), где среди множества крючковатых ножек размещаются камеры для самки и расплода. Клубок может быть укрыт в полом стволе дерева или просто свисать с ветки.

Одни виды бродячих муравьев, отправляясь на охоту, идут тесной колонной, другие продвигаются широким фронтом. Выступая с бивуака, армия распадается на отряды, которые обходят и окружают добычу, а затем снова сливаются. Отряды могут покрыть три четверти территории в радиусе 100 метров от гнезда. «Где бы ни проходили они, весь остальной животный мир приходит в смятение...», — писал Генри Уолтер Бейтс, исследовавший природу Бразилии более ста лет назад. «Они растекаются по земле и взбираются к вершинам всех низких деревьев..., а как только встречаются обильную добычей массу гниющего расти-

тельного вещества, сосредотачивают на ней... все свои силы; когда густая фаланга из блестящих, быстро движущихся тел распространяется по поверхности, она кажется потоком темно-красной жидкости... Все мягкотелые и беззатяжные насекомые оказываются их легкой добычей, и они... раздирают свои жертвы на куски для удобства перетаскивания... Края фаланги временами растекаются, как туча волонтеров-одиночек с флангов армии»*.

Тот, кто видел, как бродячие муравьи обходят и окружают добычу, как организуют свою армию, демонстрируя подлинное стратегическое искусство, склонен приписывать этим насекомым разум, которым они не обладают. Например, в авангарде и по бокам надвигающейся орды идут солдаты с огромными челюстями, за ними — рабочие средних размеров, в центре — рабочие-лилипуты, несущие расклад. Может показаться, что это упорядоченная армия, но расстановка войск, скорее, дело случая. Солдаты размещаются на флангах и в авангарде не намеренно, а потому, что среди копошащейся массы их миниатюрных сестер не могут найти себе место. Их выталкивают в стороны и вперед, и случайно такая расстановка оказывается полезной: самые крупные и сильные муравьи попадают на выгодные для всей массы муравьев позиции.

Обходные действия бродячих муравьев, в результате чего они окружают добычу, тоже не есть результат решения каких-то мудрых военачальников. Муравьев на самом переднем крае надвигающейся волны часто называют «застрельщиками», но их поведение вряд ли оправдывает такое воинственное название. Когда колонна выходит с бивуака, передние муравьи оставляют химический пахучий след, по которому неуклонно следуют остальные. Но застрельщики никогда не заходят в глубь неосвоенной территории дальше, чем на десяток сантиметров. Они делают короткую вылазку вперед, прокладывая ароматную тропу, и быстро возвращаются назад, в колонну. Так как остальная армия следует за застрельщиками, постоянное давление все прибывающих муравьев выталкивает идущих вперед и в сторону. В результате возникает боковое крыло. Благодаря этому временно ослабевает давление на одной стороне авангарда, но зато повышается на другой. И здесь возникает новое крыло. Такое постоянное разделение и воссоединение сил — результат не свирепости, а, скорее, боязливости, с нашей точки зрения, — иногда порождает кружащую на месте живую массу диаметром до 15 метров. Но такое бес-

порядочное поведение оказывается полезным для муравьев: добыча буквально охватывается первыми рядами и уничтожается следующими.

Если армия бродячих муравьев встретится с какой-либо неожиданностью, кажущаяся целесообразность их поведения может нарушиться. Сложный ландшафт тропического леса обычно не позволяет авангарду сделать полный круг и случайно наткнуться на свой же пахучий след позади колонны. Но однажды пришлось наблюдать, как на мостовой в Панаме, где дожди смыли пахучую тропу, одна колонна отделилась от основной армии и, случайно описав круг, пошла по этой кольцевой тропе. Муравьи шли, замедляя шаг по мере того, как слабели, пока не погибли.

Логично предположить, что бродячие муравьи откочевывают потому, что съели всю пищу в окрестностях бивуака и голод толкает их на нетронутую территорию. Но это не так: пока одна армия покидает обжитой район и отправляется грабить окрестности, на оставленной территории может разбить бивуак и начать успешно здесь охотиться другая армия. Дело в том, что у бродячих муравьев есть регулярный ритм, подчиняясь которому они маршируют, охотятся, отдыхают, разбивают и оставляют бивуаки. У одного подробно изученного южноамериканского вида ритм состоит из 17-дневной кочевой фазы (когда армия каждую ночь проводит на новом месте) и оседлой фазы, длящейся 19—20 дней (когда муравьи остаются на постоянном бивуаке).

Этот ритм совпадает с циклом размножения матки бродячих муравьев. В отличие от маток других общественных насекомых она откладывает яйца не равномерно, а огромными «порциями» с промежутком примерно в месяц. Армия переходит на бивуачное положение, когда личинки, которых она несла и кормила, начинают вить коконы и окукливаться. Пища с этого момента требуется только взрослым муравьям, и поэтому рейды сокращаются. Через неделю бивуачной жизни брюшко матки увеличивается раз в пять по сравнению с нормальным размером и начинается откладка яиц — более 25 000 в неделю. Еще через несколько дней выходят личинки, и ежедневные рейды учащаются, чтобы прокормить новую партию личинок. Примерно на девятнадцатый день оседлой фазы из коконов, которые образовались в начале этой фазы, постепенно выходят взрослые муравьи. Тогда-то армия оставляет лагерь и вступает в 17-дневную кочевую фазу, неся с собой новое поколение личинок.

Бродячих муравьев гонит с бивуака не сознание того, что новому поколению личинок требуется пища. Примерно в то время, когда новая партия личинок выходит из яиц, поколение, созревающее

* Г. Бейтс, Натуралист на Амазонке. Пер. с англ., Гос. изд-во геогр. лит., М., 1958, стр. 370.

в коконах, начинает шевелиться под своими шелковыми пеленами. Рабочие особи возбуждаются этими движениями и помогают новому пополнению выбраться из коконов. Кроме того, облизывая новичков, они получают от них некий секрет, возбуждающий колонию и переводящий ее в фазу постоянных блужданий. Когда новички созревают и их хитин затвердевает, их стимулирующее воздействие на старших сестер ослабевает. Но армия стимулируется молодыми личинками, так как развивающиеся муравьи тоже выделяют секрет, возбуждающий взрослых. Именно это вещество, а не понимание того, что семье требуется больше пищи, заставляет муравьев двигаться. Но когда личинки созревают до стадии окукливания и слетают коконы, стимуляция исчезает: муравьи «разбивают бивуак» и остаются на месте до тех пор, пока выделения новичков и новых личинок не побудят их к новым передвижениям.

«Самые опасные враги муравьев — это другие муравьи, точно так же, как самые опасные враги человека — другие люди», — писал Август Форель, новатор в области психиатрии, а также в изучении поведения муравьев. Страшно смотреть на побоища между муравьями, даже между семьями одного вида! Муравьи в любой момент готовы ринуться в бой, и случайные наблюдатели даже полагают, что они представляют часовых для охраны гнезда и территории, на которой собирают пищу. Этим предполагаемым часовым легко выделить из массы муравьев: их антенны сложены на голове, ноги подогнуты, тела плотно прижаты к земле. Они часами остаются неподвижными. Но на самом деле это не часовые, пресumptивно выставленные общиной, а особи, демонстрирующие малоизвестное свойство муравьев — лень. Вопреки распространенному мнению муравьи не всегда поглощены работой. То, что раньше считали позой часовых, на самом деле — поза отдыха. Муравьи часто принимают ее, выйдя из-под надежной защиты гнезда или покинув пределы знакомой территории. Если эти бездельничающие и, по-видимому, робкие муравьи и приносят какую-то пользу колонии, то чисто случайно. Они ценны только тем, что широко рассеяны вокруг гнезда. В случае вторжения чужих муравьев кто-нибудь из этих лентяев своим беспокойством может поднять на ноги всех остальных.

Наряду со «жнецами» и «грибоводами» высшей степени социальной организации достигли те муравьи, которые большую часть пищи получают от крошечных тлей, питающихся соками из стеблей, листьев и корней растений. Тли — одни из самых беззащитных насекомых. Они малы, мягкотелы и бессильны. Но одно их свойство сослужило им хорошую службу: они высасывают из растений

гораздо больше жидкости, чем им требуется, а излишек сочится из них в виде сладких выделений, так называемой пади. Падь чрезвычайно привлекательна для муравьев, и за миллионы лет у многих видов муравьев и тлей развились своеобразные симбиотические отношения. Муравей шекочет тлю и вознаграждается порцией пади, которая в виде тоненькой струйки или капельки появляется на конце брюшка тли. Взамен муравьи предоставляют тлям надежную защиту от многочисленных хищных насекомых.

Хотя нельзя отрицать факт существования тесной взаимосвязи между муравьями и тлями, способность муравьев к «животноводству» нередко сильно преувеличивается. Муравьи не пасут тлей, как, например, люди пасут коров. Тли сами образуют стада числом иногда до 80—100 особей, независимо от того, есть поблизости муравьи или их нет. Муравьи же находят эти скопления и пользуются ими. Кроме того, муравьи не выводят тлей на пастбище (правда, некоторые виды все же это делают). Если вы видите муравья, несущего в жалах тлю, это не значит, что он переводит ее на лучшее пастбище, — он несет ее в гнездо, чтобы на сей раз получить от нее не сахар, а мясо.

Неоднократно указывалось, что муравьи строят вокруг тлей стены из грязи и растительных волокон и обороняют эти загонот от нападения других насекомых. Это наблюдение не совсем верно. Муравьи действительно часто строят земляные загородки вокруг любого найденного источника пищи, будь то мертвое насекомое или капелка варенья, и защищают свои находки от пчел и мух. Строят они такие же загородки и вокруг тлей, которые, как и другие источники пищи, должны охраняться, но это нельзя называть «животноводством». Считается, что, кроме этих так называемых корралей, муравьи строят «коровники» — укрытия для своего «скота». Но действительное назначение этих сооружений, по-видимому, — защита самих муравьев от света или жары. И хотя тли при этом тоже защищены, нельзя думать, что муравьи это осознают.

Комплекс действий, которые демонстрируют муравьи, присматривая за стадами тлей, заботясь о них и защищая, на самом деле не так уж сильно отличается от их обычного поведения. Они обычно трогают друг друга антеннами, «ласкают» друг друга, обмениваются капельками жидкости — и это очень похоже на их обращение с тлями. Муравьи защищают и переносят тлей с места на место точно так же, как защищают и переносят собственных личинок и других рабочих, которые иногда служат источником пищи.

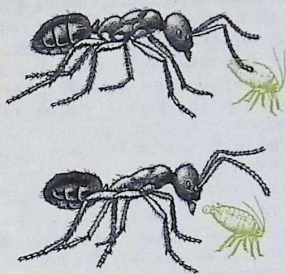
Некоторые муравьи усовершенствовали сбор и хранение сладких жидкостей, продвинувшись на шаг дальше «скотоводов»: они разливают эти жидкости по «сосудам». Рабочие особи так называе-

мых медовых муравьев хранят сахаристую жидкость, получаемую от тлей, от других насекомых или из выделений дубовых орешков (лиственных галлов). Выбранные для этой цели рабочие становятся живыми цистернами, брюшко у них так раздувается, что превращается в шар. Вздунувшиеся насекомые едва способны передвигаться; всю жизнь они проводят, свисая с шероховатого потолка своей камеры. Поистине удивительная предусмотрительность — сделать запасы пищи на сухой сезон! Безусловно, использование некоторой части населения в качестве живых цистерн выгодно виду, но это вовсе не результат предусмотрительности. Они просто усовершенствовали общую для всех муравьев способность приносить пищу домой в растяжимом зобике — «общественном желудке». Часто можно видеть, как муравьи — собиратели пади возвращаются домой с раздутыми зобиками. В гнезде они раздадут пищу другим членам колонии и их вздутые животы опадают.

В общине медовых муравьев «медовой бочкой» может стать любой молодой рабочий; выбор — дело случая. Вернувшемуся фуражиру требуется место для хранения принесенного груза, и он отдает жидкость первому попавшемуся молодому муравью. Рабочий принимает сладкую жидкость, и вскоре его начинают осаживать другие возвращающиеся фуражиры, чтобы в свою очередь отдать ему содержимое своих зобиков. Кутикула рабочего способна к очень большому растяжению. За одной порцией следует другая, третья, и муравей сильно раздувается.

Долгое время существовало мнение, будто общество муравьев управляется некими таинственными «законами семьи». Как же иначе объяснить, говорили его сторонники, что муравьи распределяют между собой задания и что их совместные действия так согласованны? Откуда они знают, что надо ухаживать за расплодом, что требуется пища, что надо обслуживать «шарицу», что необходимо вести работы по ремонту и расширению гнезда? Внимательные наблюдения показали, что в муравьиной семье действительно есть руководители, но не «диктаторы», как обычно думают. Они не расхаживают по гнезду, раздавая указания или организуя рабочую силу, а личным примером призывают всех на работу. В каждом гнезде есть муравьи-ветераны, которые даже после зимней спячки помнят о старых тропах и кормовых участках. Их немного среди рабочих, и отличаются они от остальных только тем, что первыми берутся за работу. Опыты показали, что их способность к научению больше, чем у большинства других особей. Таких муравьев называют «центрами возбуждения» или «инициаторами работы»; именно они работают лучше и быстрее других муравьев. Пример «инициаторов» стимулирует других, и те

«ФЕРМЕРЫ» И ИХ «КОРОВЫ»



«Молдоко» тлей — это капельки сладких жидких выделений, так называемая пада. Реагируя на легкие удары муравья, тля выделяет капельку пади, которая немедленно поглощается муравьем. Тля может выделять паду и без стимулирования со стороны муравья. Сладкая жидкость падает на лист или веточку и позднее поедается муравьями.

включаются в работу. Когда «инициатор» устает, он меньше стимулирует других муравьев. Рабочие отходят, а работу завершают немногие оставшиеся особи.

Почти каждый из нас наблюдал, с какой быстротой муравей-разведчик находит пищу, оставшуюся на скатерти после еды. Очень скоро он возвращается, а с ним и его товарищи по гнезду. Очевидно, муравей-разведчик смог как-то рассказать им о своем открытии. Недавно выяснилось, что некоторые виды муравьев способны издавать и воспринимать звуки. Эти звуки, видимо, различны у разных видов и даже у разных каст одного вида. Возможно, дальнейшие исследования раскроют их роль в общении муравьев. Но уже сейчас известно, что муравьи обходятся без помощи звуков, чтобы передать друг другу возбуждение. Разведчик, вернувшись в гнездо, «клопает» других муравьев в грудь или брюшко, ударяет их антеннами, передними ногами и головой. Если находка особенно велика, разведчик может даже дать сигнал тревоги; при этом он возбужденно бежит с раскрытыми челюстями или задранным брюшком. Это вызывает суету среди муравьев. Но и речи не может быть о том, чтобы они каким-то загадочным образом узнали, что причина суматохи — обнаруженная пища: возбужденные муравьи берутся за первую попавшуюся работу. Одни начинают ремонтировать гнездо, другие принимаются ухаживать за потомством, третьи выбегают из гнезда и разбегаются в разных направлениях, и вот тут-то отдельные муравьи неизбежно наталкиваются на источник пищи.

Некоторые более высокоразвитые виды пошли дальше. Возвращающийся в гнездо разведчик прокладывает пахучую тропу, прижимая к земле брюшко. Запах держится лишь несколько минут, но этого вполне достаточно, чтобы возбужденные муравьи из гнезда по тропе вышли к источнику пищи. Если они не могут унести с собой всю пищу, то, возвращаясь в гнездо за подкреплением, «подновляют» тропу.

Исследователи поведения муравьев все более убеждаются, что лишь немногие действия этих насекомых можно даже условно назвать разумными. И в то же время лишь немногие из них согласятся с Марком Твенном, который называл муравьев «самыми глупыми из всех животных». Муравьи стоят близко к вершине, если не на самой вершине развития беспозвоночных. Они крайне малы по сравнению с человеком и все же обладают памятью, способностью обучаться и исправлять ошибки. Однако эти слабые проблески разума скованы стереотипными шаблонами поведения, из-за чего муравей часто выглядит необъяснимо глупым.

Почти 2000 лет назад древнеримский натуралист Плиний давал три объяснения медвяной росе, падающей летом с деревьев: это либо «пот небес», либо «слюна звезд», либо «жидкость, происходящая от очищения воздуха». Он же полагал, что у насекомых нет крови и что в горах на севере Индии гигантские муравьи «размером с египетского волка» добывают золото. Сегодня никто больше не верит в подобные легенды и рассказы о насекомых, но кое-какие несуразные представления еще сохранились. Насекомые — действительно причудливые и интересные создания, но жаль, что многие еще восторгаются их несуществующими свойствами: «мудростью» муравья, «трудолюбием» пчелы, «злым» жалом осы. Насекомое несколько не утрачивает своего очарования оттого, что им движет не предусмотрительность, а гормон и что забота о потомстве вызывается у него не какими-то соображениями, а выделениями, которые оно слизывает с личинок. Разум находит свое высшее воплощение в человеке, что же касается насекомых, то они заслуживают восхищения потому, что среди всех животных у них полнее всего развито сложное поведение, управляемое внешними раздражителями. Даже лишённые ореола таинственности, насекомые продолжают оставаться неиссякаемым источником удивления для человека.



«Медовые бочки», избранные своими коллегами-рабочими для службы в качестве цистерн для нектара, проводят всю жизнь под потоком гнезда.

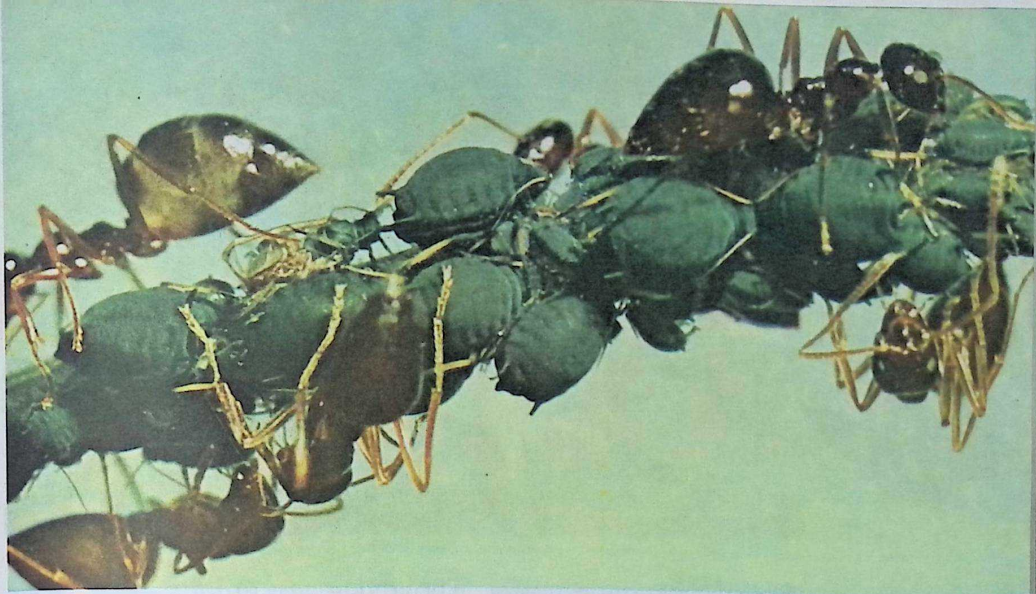
СООБЩЕСТВА МУРАВЬЕВ

Благодаря хорошо развитой нервной системе и химической активности организма некоторые насекомые, например, термиты, осы и муравьи, смогли объединить свои крошечные мозги и бесчисленные тела в сложные сообщества. Сообщества муравьев заботятся о потомстве, накапливают запасы пищи (например, в живых «медовых бочках»), охотятся, пасут «скот» и даже выращивают съедобные растения.



Муравей-привратник закрывает вход в гнездо сильно разросшейся и окрашенной под цвет коры головой. Когда один из рабочих хочет войти или выйти, привратник на мигновение открывает отверстие и тут же снова закупоривает его. Привратники

строго говоря, являются солдатами, но используют свои массивные жвалы в основном для того, чтобы расчленять добычу, принесенную рабочими особями



Садовый вид муравьев *Formica* пасет тлей на веточке. Ударяя тлей антеннами, они «доят» их и получают падь.

Мастера на все руки

Муравьиная семья делится на три касты: «цариц», основывающих новые колонии и превращающихся потом в яйцекладущие машины, окрыленных самцов, однажды совершающих брачный полет с «царицей», оплодотворяющих ее на всю жизнь и затем умирающих, и стерильных самок, проводящих жизнь в постоянных заботах о семье, выполняющих великое множество самых разных работ. К ним относятся и няньки, и те, кто поддерживает порядок в гнезде, и охотники, и даже солдаты. Высокоспециализированный рабочий пробоголового муравья своей головой, как дверь, закрывает и маскирует вход в гнездо, которое его собратья выгрызли в стволе или ветке дерева.

Рабочие нескольких «скотоводческих» видов пасут, охраняют и доят различных мелких насекомых, которые в обмен на эту заботу дают им сладкую падь. Рабочие — «медовые бочки» служат живыми кладовыми пищи. Рабочие муравьев-жнецов занимаются сельским хозяйством: собирают и хранят семена растений. Муравьи-портные, если так можно сказать, даже применяют орудия: пользуясь собственными выделяющими шелк личинками, сшивают из листьев хрупкие убежища.



Тропические муравьи-скотоводы пасут стадо горбаток и их белых нимф, которые сосут красные молодые листья одного из растений во влажном тропическом лесу Южной Америки.



По ветке движется оцепившаяся войско бродячих муравьев. Рабочие сгруппировались, образуя укрытие для расплода и «царицы».



Няньки бродячих муравьев несут в походе личинок, а солдаты и рабочие бегают по бокам колонны, доставляя пищу и поглощая часть весьма привлекательных на вкус выделений личинок.

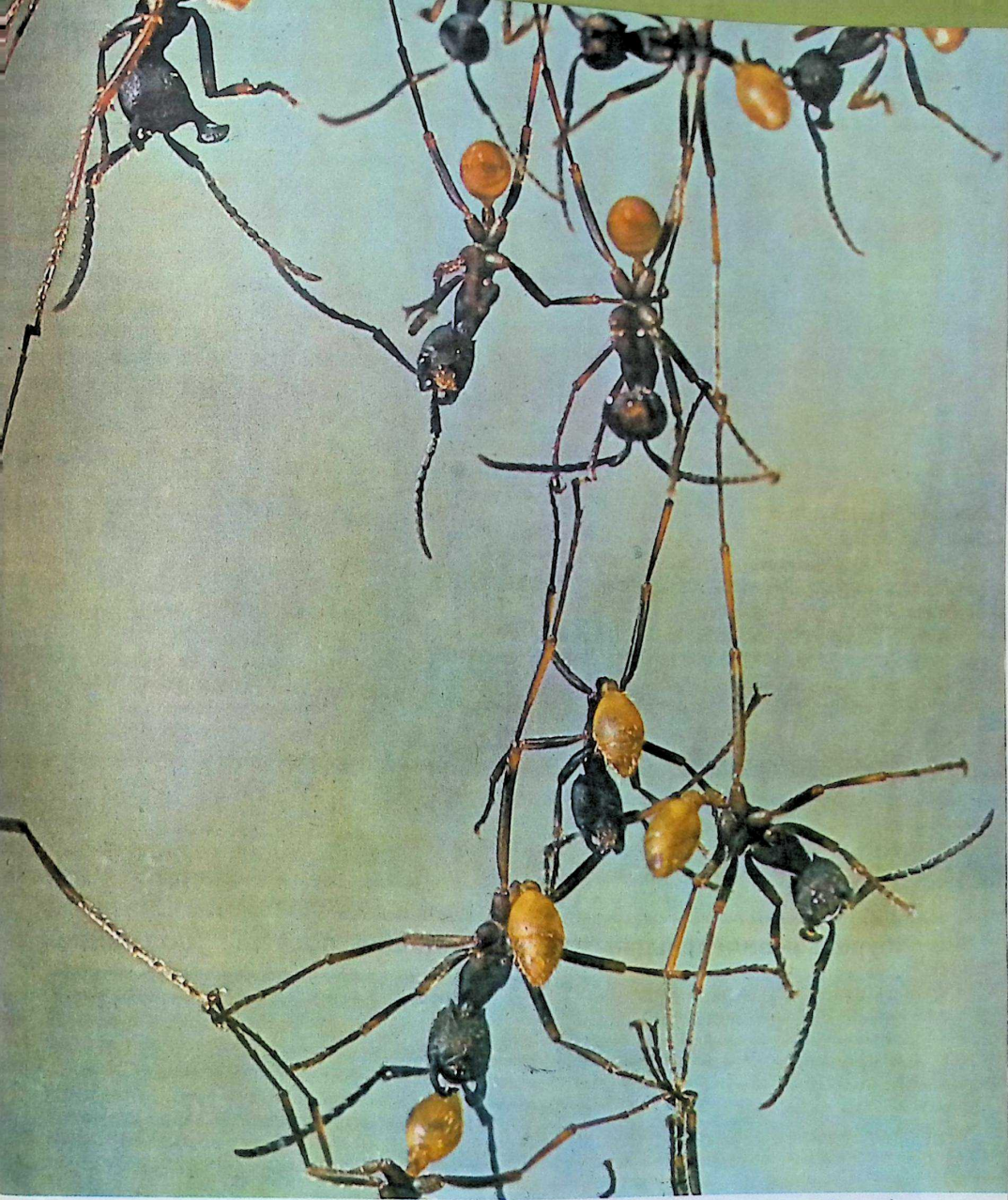


Один из солдат бежит, держа наготове серповидные челюсти. Он нападает на каждого встречного. Убитую им добычу режут на части и уносят миниатюрные рабочие — еще одна форма рабочих муравьев.

Кровавые убийцы

В тропических лесах среди насекомых царят, не имея себе достойных соперников, слепой, хищный бродячий муравей. Движущаяся колония бродячих муравьев, в которой могут быть сотни тысяч насекомых, убивает на своем пути всех животных, кроме наделенных особыми средствами защиты, как, например, некоторых выделяющих зловонный запах клопов-щитников. У солдат такие мощные жвалы, что они, как отмечалось, могут одолеть сонного питона и за несколько часов съесть лошадь.

Самый распространенный в западном полушарии род бродячих муравьев — *Eciton*. Колонии эцитона ночью совершают переходы, а днем разбивают лагерь и добывают пищу. Каждый рейд продолжается 17 дней. Затем муравьи возвращаются к оседлой жизни и спокойно живут 19—20 дней, пока одно поколение личинок вьет коконы и окукливается, а другое выходит из яиц. Во время переходов специальные рабочие-няньки несут личинок и откармливают их, готовя к метаморфозу. Личинки в свою очередь выделяют стимулирующие жидкости, жадно поглощаемые и накапливаемые няньками. Позже няньки отрыгивают их и передают муравьям других каст — рабочим и солдатам, возвращающимся из «экспедиций» за пищей. Так выделения личинок распределяются по всей колонии и побуждают ее к новым убийствам, чтобы добывать больше пищи. Позже, когда личинки уже готовы окуклиться и перестают есть, секрета прекращается, колония успокаивается и разбивает бивуак.



С ловкостью акробатов рабочие бродячих муравьев Еситон на бивуаке сплетают свои ноги, образуя сети и переходы, из которых вокруг «царицы» и расплода строится живая крепость. При этом ноги и сочленения верхних муравьев испытывают

огромное напряжение, но благодаря своему устройству выдерживают вес во много сотен раз больше собственного и без труда удерживают всю колонию.

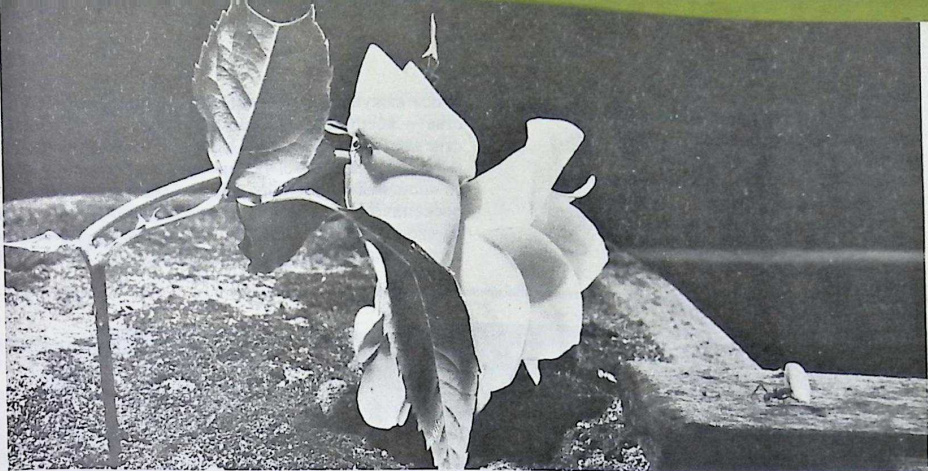


Муравьи-листорезы сдирают листву с дерева и вереницей несут куски листвы на свои подземные грибные плантации, где используют их как удобрения.

Муравьи-земледельцы, выращивающие посевы под землей

Бродячие муравьи — прекрасные охотники, муравьи-«скотоводы» часто живут за счет «стада», состоящих из других насекомых, а муравьи-листорезы существуют целиком за счет растений. Они сами подготавливают целиком за счет растений. Они сами подготавливают для себя пищу, выращивая в подземных гнездах грибные плантации. Глубина гнезд от 30 сантиметров до 4,5 метров, а длина достигает многих метров. Благодаря такому образу жизни листорезы избавлены от конкуренции с другими видами муравьев, а нападения хищников им не очень страшны: в быстро размножающихся земледельческих сообществах очень много особей. Повсюду в тропических лесах Южной и Центральной Америки можно видеть, как му-

равьи срывают листья с деревьев, бросая или стаскивая их на землю и перенося затем в свои гнезда. При этом муравьи напоминают раскачивающиеся лодочки под зелеными парусами. Под землей они пережевывают листья и на полученной массе выращивают свою единственную и универсальную сельскохозяйственную культуру — съедобный гриб. Этот гриб разводится муравьями уже на протяжении миллионов лет, и его редко можно встретить растущим самостоятельно. Каждая молодая «царица» листорезов приносит кусочек гриба в первый туннель, который она строит, закладывая новую колонию.



В эксперименте, проведенном с целью показать, как быстро работают листорезы, один муравей обнаруживает розу и уносит в гнездо лепесток.



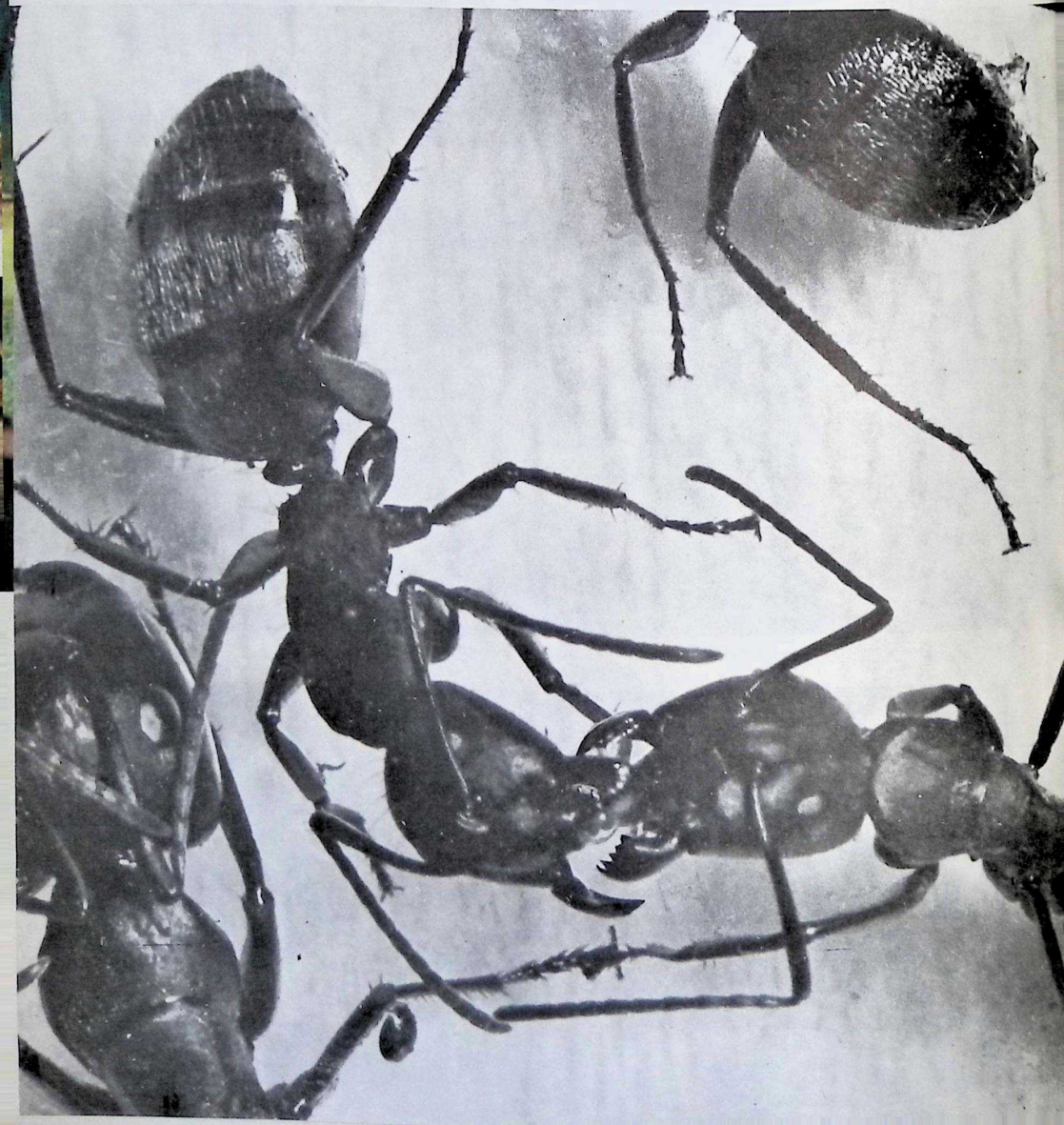
Через 10 минут прибыли его коллеги с подкреплением, а еще через 20 минут (внизу) роза ободрана.



Сложный химический язык «поцелуев»

Вся кажущаяся разумность муравьиного общества — военное искусство солдат и животноводческие навыки пастухов — основана на так называемом трофаллаксии. Во время этого своеобразного «поцелуя» один муравей передает другому микроскопическое количество химических соединений из своего зобика или же оба муравья обмениваются этими соединениями. Зобик — специальный

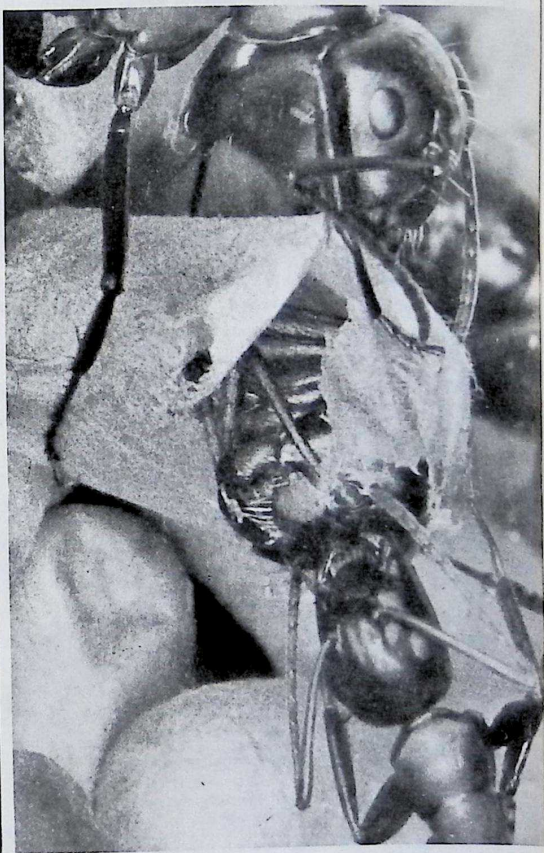
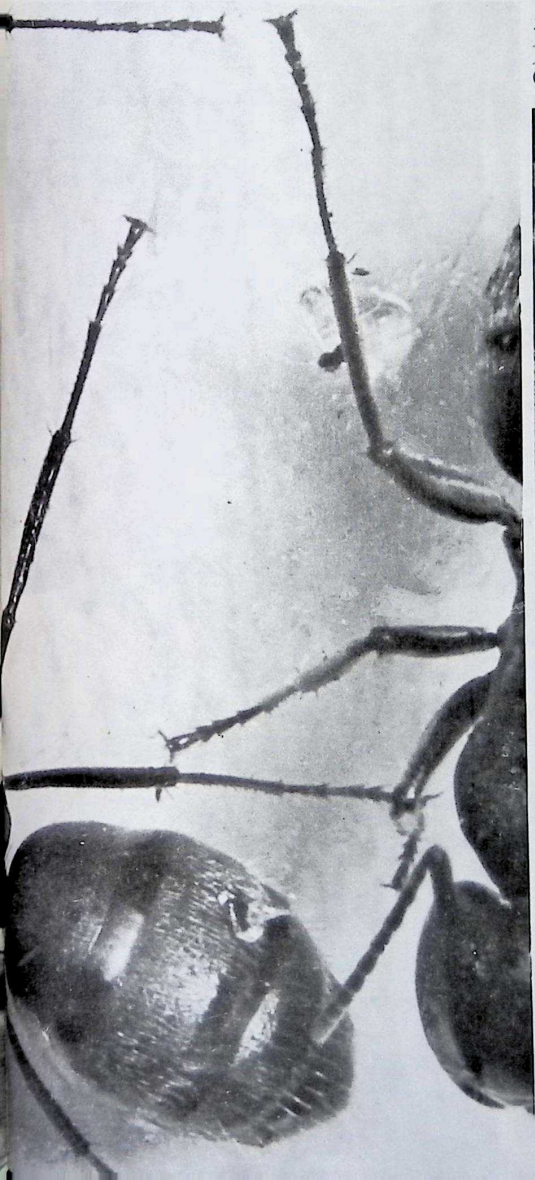
Два европейских рыжих лесных муравья с удовольствием обмениваются информацией, передавая изо рта в рот «послания», содержащиеся в их зобиках.



«общественный» орган, отделенный от индивидуального желудка. В нем хранятся сложные смеси, состав которых изменяется при каждом «поцелуе». Источник этих веществ — в основном секреты, выделяемые личинками и яйцами. Смесь действует на нервную систему муравья как химический сигнал, сообщая ему о потребностях и тревогах общества и указывая, что надо делать.



У муравьев два желудка: в эластичном пищевом резервуаре муравей хранит пищу колонии (резервуар растянут у вскрытого муравья в центре), а в маленьком зобе, расположенном ниже (в центре и справа), переваривает пищу для себя.

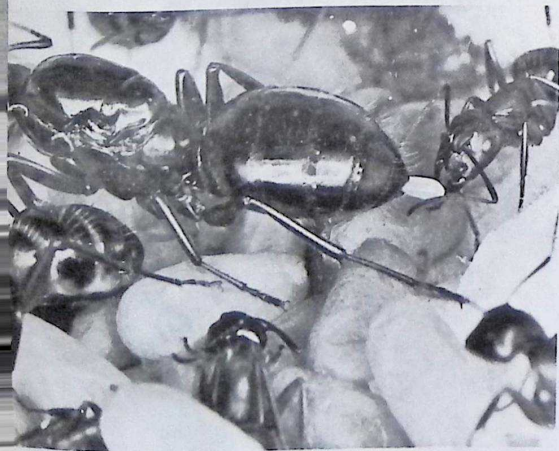


Две няньки помогают молодому муравью выйти из кокона: уложив запах секретов муравья, сигнализирующий «Выпустите меня!», они приходят в беспокойство и рвут кокон.

Наперсники «царицы»

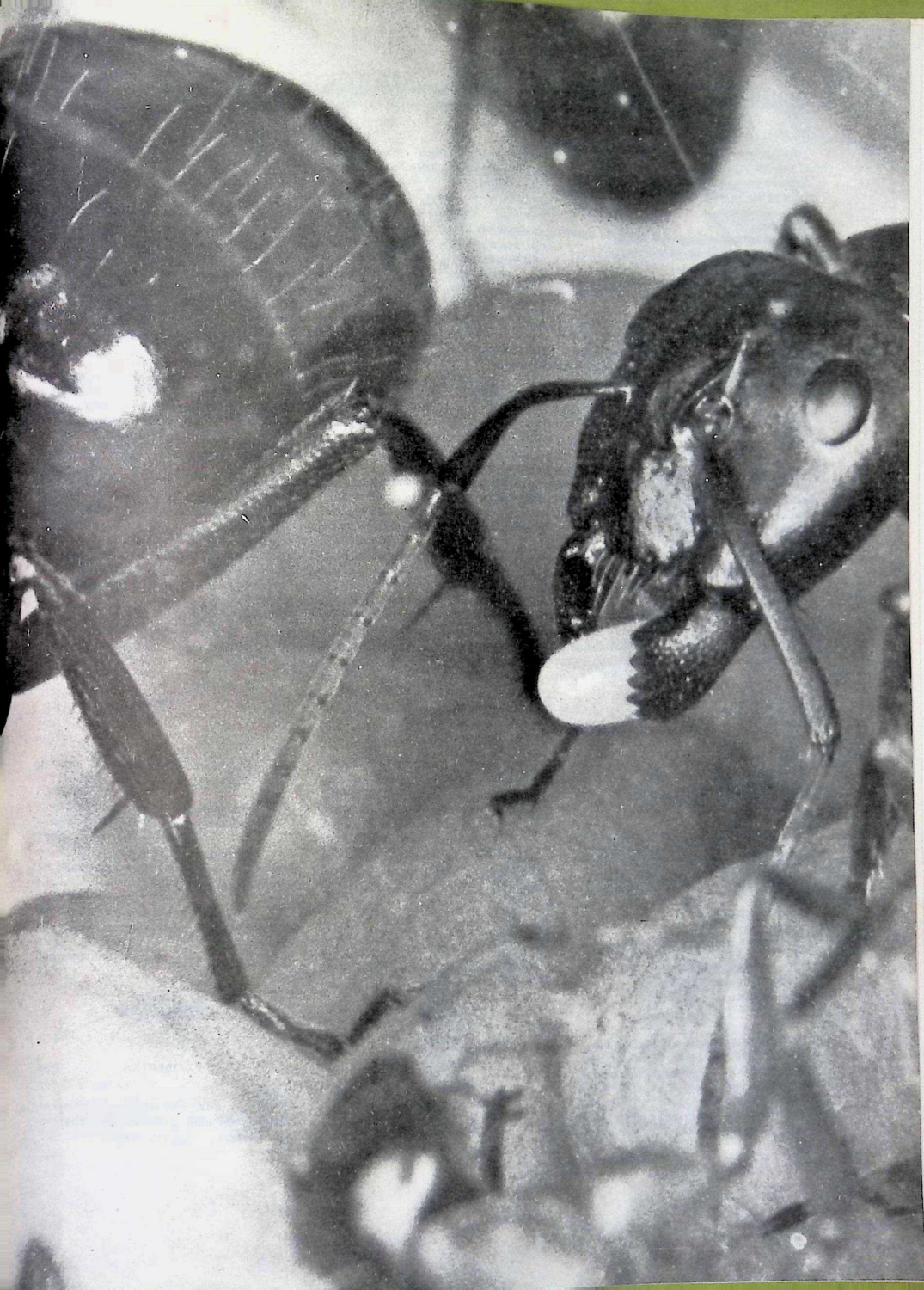
Основание нового гнезда муравьев — акт материнского героизма, столь же трудный, как и другие подобные акты в животном царстве. Молодые самки, лишние в своем родительском гнезде, поднимаются в воздух, где могут подвергнуться нападениям хищников, и летают до тех пор, пока самцы того же вида не найдут их и не оплодотворят. Сперматозоиды длительное время сохраняются в теле самки и постепенно используются для оплодотворения яиц. Оплодотворенная «царица» опускается, строит гнездо, откладывает яйца, кормит запасами своих питательных веществ вылупляющихся личинок, теряя при этом силы, и, наконец, удаляется от дел, оставляя всю работу на долю первых маленьких, недокормленных дочерей-рабочих.

С этого момента рабочие ухаживают за молодой, расширяют гнездо, отражают нападения и всячески заботятся о «царице». Время от времени «царица» или рабочая самка кладет неоплодотворенное яйцо. Из него выходит самец, который покидает гнездо, чтобы участвовать в продолжении рода и умереть. Из некоторых яиц выходят «царицы»-соперницы, которые тоже покидают муравейник и основывают собственные гнезда. Ведя такой размеренный образ жизни, «царица» может прожить 10 и более лет. У многих видов эта глава рода вырастает до 5 сантиметров.



«Царица» муравьиной семьи отложила яйцо. Считается, что секреты, выделяющиеся через оболочку яйца, дают рабочим необходимые указания по уходу за ним.

Яйцо находится в безопасности в челюстях обслуживающего рабочего. Рабочий осторожно переносит его с места на место в поисках нужной температуры и влажности. Поверхность яйца очищается от вредных грибов.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОТЯДОВ НАСЕКОМЫХ

Определитель основных отрядов насекомых позволит вам узнать, относится ли данное насекомое к мухам или клопам, или же это, например, один из жуков. Но чтобы определить, какую именно, муху, клопа или жука вы держите в руках, вам придется обратиться к одной из книг, указанных в списке предлагаемой литературы.

Определитель составлен английским энтомологом Гарольдом Олдрифом для его руководства «Сбор, сохранение и изучение насекомых». Здесь воспроизводятся также его некоторые вводные указания по определению насекомых.

«Вот перед вами насекомое, — пишет он, — С чего начать его определение? На практике используются три метода: по общему облику, по ключевым признакам и по определительным.

Определять по общему облику — значит уметь различать насекомых по виду. Энтомолог, увидев насекомое, сразу же назовет его. Если спросить, как он определил насекомое, он перечислит несколько мелких признаков, которые наверняка нельзя разглядеть неопытным глазом. Отвечая на ваш вопрос, он скажет: «Я знаю, что это пчела-андрена, просто потому, что я знаю, как она выглядит, точно так же, как знаю в лицо своего дядюшку».

Ключевые признаки — это простые и хорошо заметные черты, обычно используемые при определении: «Крылья с чешуйками — чешуекрылые; усики булавообразные — дневная бабочка». Такой метод ненадежен, так как чешуйчатые крылья и булавообразные усики могут быть и у других насекомых, но он дает полезные указания и помогает запомнить насекомых.

Определять по ключам, основаны на методе исключения. Следуя определителю, вы постепенно сужаете число возмож-

ных ответов. Каждый пункт определителя требует от вас выбора между двумя альтернативами. Например:

1. Две пары перепончатых крыльев 2
- Только одна пара перепончатых крыльев, вторая пара либо уплотнена (образует надкрылья), либо отсутствует 29
2. Передние и задние крылья схожи между собой . . . 3
- Передние и задние крылья различаются 18
3. и т. д.

Если определяемое насекомое соответствует первому положению, переходите к пункту 2; если же подходит второе положение, отбрасывайте все лишние пункты и читайте дальше с пункта 29. Двигаясь таким образом, вы дойдете до последнего выбора:

35. Брюшко с клешнями на конце: **DERMAPTERA** (Уховертки)
36. Брюшко без клешней: **COLEOPTERA** (Жесткокрылые, или Жуки)

Если вам повезет, вы придете к правильному результату, но не удивляйтесь, если этого не случится.

Помните, что ключ не дает точного определения особи: он лишь указывает, куда она может относиться. Полное название насекомого достигается только путем сравнения определяемой особи с другой, уже определенной, или с рисунком, или с хорошим, подробным описанием.

Предлагаемый вниманию читателей определитель делится на две части: первая — для насекомых с крыльями, вторая — для бескрылых форм.

ОКРЫЛЕННЫЕ НАСЕКОМЫЕ

1. Насекомые с двумя парами крыльев (считая и так называемые надкрылья) 2
- Насекомые с одной парой крыльев 18

2. Крылья покрыты чешуйками: **LEPIDOPTERA** (Чешуекрылые, или Бабочки)
- Крылья без чешуек, иногда покрыты волосками 3

3. Для полета используются только задние крылья; передние частично или полностью ороговели или стали кожистыми, и задние крылья скрыты под ними 4
- Обе пары крыльев тонкие, используются для полета 7

4. Ротовые части образуют хоботок, приспособлены для прокалывания и сосания: **HEMIPTERA** (Полужесткокрылые, или Клопы) и **HOMOPTERA** (Равнокрылые хоботные; часть)
- Ротовые части приспособлены для кусания и жевания 5



КЛОП-ЩИТНИК

5. Передние крылья с жилками, но более жесткие, чем задние крылья: **ORTHOPTERA** (Прямокрылые — кузнечики, саранчовые, сверчки, тараканы, богомолы, палочники*)
- Передние крылья без жилок и превращены в твердые, роговые покровы для задних крыльев 6

6. Передние крылья короткие; на конце брюшка пара характерных клешней: **DERMAPTERA** (Уховертки)



УХОВЕРТКА

* Тараканов, богомолы и палочников обычно выделяют в самостоятельные отряды. — Прим. перев.

— Клещей на конце брюшка нет; передние крылья почти всегда длинные, покрывают брюшко и задние крылья;

COLEOPTERA (Жесткокрылые, или Жуки)

7. Крылья узкие, жилки не имеют, но окаймлены длинными волосками. Очень мелкие насекомые, менее 6 мм в длину*;

THYSANOPTERA (Трипы)



ТРИПС

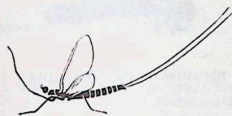
— Крылья развиты гораздо лучше, имеют жилки

8. Задние крылья гораздо меньше передних

— Задние крылья близки по размеру к передним

9. На передних крыльях много поперечных жилок, образующих сетчатый рисунок; брюшко с 2—3 длинными нитевидными придатками;

EPHEMEROPTERA (Поденки; часть)



ПОДЕНКА

— На передних крыльях меньше жилок, нет сетчатого рисунка; брюшко без нитевидных придатков

10. На крыльях хорошо различимы волоски; ротовые части очень короткие, но щупики длинные;

TRICHOPTERA (Ручейники)



РУЧЕЙНИК

* В тропиках есть трипы длиной до 1 см, но в наших широтах они, как правило, не длиннее 0,5—1,5 мм. — Прим. перев.

— Волоски на крыльях если и присутствуют, то различимы лишь под микроскопом; ротовые части хорошо развиты

11. Ротовые части образуют хоботок, приспособлены для прокалывания и сосания;

HOMOPTERA (Равнокрылые хоботные — тли, цикадовые, листоблошки, цитоники; часть)

— Ротовые части не образуют хоботка, приспособлены для кусания и жевания

12. Очень мелкие насекомые, мягкотелые, обычно не более 0,6 см в длину; конечная часть ноги состоит обычно из 2—3 члеников;

PSOCOPTERA (Сеноеды)

— Часто гораздо более крупные насекомые, нередко осолохотные или пчеловидные; некоторые очень малы, твердые, с брюшком, у основания суженным в стебелек — «талино»; конечная часть ноги из 4—5 члеников;

HYMENOPTERA (Перепончатокрылые — пчелы, осы, муравьи, пилильщики)

13. Концевая часть ноги из 3—4 члеников

— Концевая часть ноги из 5 члеников

14. Крылья с небольшим числом поперечных жилок, задние крылья сильно расширяются к основанию крыла;

PLECOPTERA (Вesнянки)

— Передние и задние крылья очень сходны по форме; если же задние крылья все же расширены к основанию, то поперечных жилок гораздо больше

15. Мелкие насекомые, обычно менее 1,25 см в длину, с длинными антеннами и с крыльями, плоско сложенными на спине;

ISOPTERA (Термиты)

— Обычно длиннее 2,5 см, антенны очень короткие, крылья не складываются плоско на спине;

ODONATA (Стрекозы)

16. Вдоль переднего края крыльев очень мало поперечных жилок; голова вытянута в «клюв»;

MECOPTERA (Скорпионницы)



СКОРПИОННИЦА

— Вдоль переднего края крыльев несколько поперечных жилок; голова обычной формы

17. Задние крылья, во всяком случае у основания, шире передних; у основания имеют складки, напоминающие веер;

MEGALOPTERA (Большекрылые — вислокрылки, коридаты)

— Задние крылья сходны с передними, веерообразного участка на них нет;

NEUROPTERA (Сетчатокрылые)



ЗЛАТОГЛАЗКА

18. Есть только передние крылья; задние превращены в маленькие булавовидные органы, так называемые жужжальца; ротовые части видоизменены в колюще-сосущий или лижуще-сосущий хоботок;

DIPTERA (Двукрылые)

— Задних крыльев нет совсем (жужжалец нет);

EPHEMEROPTERA (Поденки; часть)

БЕСКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ

1. Паразиты, живущие на теплокровных животных или тесно связанные с ними

— Не паразитируют на теплокровных животных; или свободноживущие, или паразитирующие на насекомых, улитках и т. п.

2. Тело сжато с боков, твердое и щетинистое, с сильными ногами. Притагощие насекомые; паразиты, живут на птицах и млекопитающих;

SIPHONAPTERA (Блохи)



БЛОХА

— Тело или округлое, или сплюсненное; не притаго

3. Ротовые части приспособлены для жевания 4
— Ротовые части приспособлены для сосания 5

4. На конце брюшка клещи. Встречаются на летучих мышах и мелких грызунах; распространены в тропиках: **DERMAPTERA** (Ухвертки)
— Клещей нет. Встречаются на птицах и млекопитающих; распространены повсеместно: **MALLOPHAGA** (Пухоеды)

5. Уплощенные; внешне напоминают пауков, голова укрепена в выемке груди, антенны скрыты: **DIPTERA** (Двукрылые; часть — рунец овечий и другие мухи-кровососки)



РУНЕЦ ОВЕЧИЙ

— Не напоминают пауков; антенны ясно видны 6

6. Хоботок короткий, нечленистый; тело удлиненное, узкое; на концах ног по одному крючковидному коготку. Постоянные паразиты млекопитающих: **ANOPLURA** (Вши)



ВОШЬ ПЛЯТАННАЯ

— Хоботок длиннее, членистый; тело более овальное; на концах ног по два маленьких некрючковидных коготка. Только временные паразиты: **HEMIPTERA** (Клопы; часть)



КЛОП ПОСТЕЛЬНЫЙ

7. Наземные насекомые, живут на суше или на животных, но не на млекопитающих или птицах 8
— Водные насекомые; главным образом личиночные формы наземных насекомых 28

8. Ротовые части не видны; на некоторых брюшных сегментах есть придатки или вблизи конца брюшка прыгательная вилка 9
— Ротовые части видны 10

9. В брюшке шесть или менее сегментов, обычно близ его конца прыгательная вилка; на конце брюшка нет длинных придатков: **COLLEMBOLA** (Ногохвостки)



НОГОХВОСТКА

— В брюшке девять или более сегментов; вилки нет; на некоторых сегментах нечленистые придатки; на конце брюшка длинные, щетинкоподобные выросты: **THYSANURA** (Щетинохвостки)

10. Ротовые части сосущие 11
— Ротовые части жующие 15

11. Тело покрыто щетинками или многочисленными волосками: **LEPIDOPTERA** (Бабочки; часть — бескрылые взрослые формы)



БЕСКРЫЛАЯ БАБОЧКА-ПЯДЕНИЦА

— Тело голое или с отдельными редкими волосками 12

12. Почти весь грудной отдел, если смотреть сверху, представлен средним сегментом, или среднегрудью; переднегрудной и заднегрудной сегменты уменьшены и скрыты: **DIPTERA** (Двукрылые; часть — бескрылые мухи)
— Среднегрудной и заднегрудной сегменты развиты примерно одинаково. Переднегрудь также обычно видна сверху 13

13. Хоботок короткий, конусообразный; тело длинное и узкое; коготков обычно нет: **THYSANOPTERA** (Трипсы)

— Хоботок длиннее, членистый; тело более или менее овальное; есть коготки 14

14. Хоботок приращен к передней части головы; брюшко у вершины без роговидных выростов: **HEMIPTERA** (Клопы; часть)

— Хоботок приращен к задней части головы; брюшко часто имеет у вершины два роговидных выроста: **HOMOPTERA** (Равнокрылые хоботные; часть — бескрылые тли)

15. Брюшко с нечленистыми, мясистыми ложными ножками, не похожими на членистые ноги грудного отдела; гусеницеобразные формы 16
— Брюшко без ножек 18

16. Пять или менее пар ложных ножек, причем ни одна не прикрепляется на первом или втором брюшном сегменте; на вершине ложных ножек микроскопические крючки: **LEPIDOPTERA** (Бабочки; часть — гусеницы)
— 6—10 пар ложных ножек; на втором брюшном сегменте всегда есть одна пара; крючков нет 17

17. Голова с двумя маленькими боковыми глазами: **HYMENOPTERA** (Перепончатокрылые; часть — личинки пилильщики)



ЛИЧИНКА ПИЛИЛЬЩИКА

— Голова с несколькими маленькими боковыми глазами: **MESOPTERA** (Скорпионницы; часть — личинки)

18. Антенны короткие, плохо различимые, личиночные формы 19
— Антенны длинные, хорошо заметные; взрослые формы 21

19. Тело гусеницеподобное 20
— Тело не гусеницеподобное; личинки некоторых **NEUROPTERA** (Сетчатокрылых) и многих **COLEOPTERA** (Жуков)

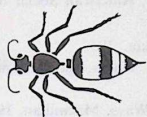
20. Голова с шестью маленькими глазами с каждой стороны: личинки некоторых **LEPIDOPTERA** (Бабочек)

— По бокам головы с каждой стороны более 6 маленьких глазков: личинки некоторых **MESOPTERA** (Скорпионниц)

21. Брюшко с клешнями на конце:
DERMAPTERA
(Уховертки; часть — личинки)
— Брюшко без клещей 22

22. У основания брюшко сильно сужено, образует «таллию»; антенны иногда коленично согнуты:

- HYMENOPTERA**
(Перепончатокрылые; часть — муравьи и бескрылые осы)



БЕСКРЫЛАЯ ОСА-НЕМКА

- Брюшко не сужено в «таллию» 23

23. Голова вытянута в направленный вниз длинный «клюв» с мандибулами на конце:

- MESOPTERA**
(Скорпионницы; часть)

- Голова не вытянута в «клюв» 24

24. Крошечные, мягкотелые насекомые 25

- От довольно мелких до очень крупных форм, тело обычно твердое. 26

25. На конце брюшка выростов нет:
PSOCOPTERA
(Сеноеды)

— На конце брюшка выросты есть:
ZORAPTERA
(Зорантеры)

26. Задние ноги увеличены, приспособлены для прыгания:

- ORTHOPTERA**
(Прямокрылые; часть — личинки кузнечиков, саранчовых и сверчков)
— Задние ноги не увеличены . . 27

27. Концевые части ног из 4 члеников; бледноокрашенные, мягкотелые насекомые, живущие в древесине и в почве:

- ISOPTERA**
(Термиты)



ТЕРМИТ

— Концевые части ног из 5 члеников. Более темноокрашенные насекомые; встречаются и в жилье человека, но не в древесине:

- ORTHOPTERA**
(Прямокрылые; часть — личинки тараканов, палочников)

28. Ротовые части приспособлены к прокалыванию:
личинки некоторых **HEMiptERA** (Клопов)

и **NEUROPTERA** (Сетчатокрылых)
— Ротовые части приспособлены для жевания 29

29. Тело скрыто в домике из песчинок или растительных остатков:

- TRICHOPTERA**
(Ручейники, личинки)

- Не имеют таких домиков . . 30

30. Брюшко с наружными жабрами 31
— Брюшко без наружных жабр 34

31. Два-три длинных выроста на конце брюшка; у личинок старших возрастов зачаточные надкрылья 32
— Не более двух выростов на конце брюшка; надкрыльев нет:

- MEGALOPTERA**
(Вислокрылки, личинки)

32. Брюшко на вершине с тремя выростами в виде листочков или нитей 33

— Брюшко на вершине с двумя выростами в виде нитей: **PLECOPTERA**
(Веснянки, личинки)

33. Голова имеет «маску», способную выбрасываться вперед:

- ODONATA**
(Стрекозы; часть — личинки разнокрылых стрекоз)
— Голова без «маски»:

- HEMIMEROPTERA**
(Поденки, личинки)



ЛИЧИНКА ПОДЕНКИ

34. Голова имеет «маску», способную выбрасываться вперед:

- ODONATA**
(Стрекозы; часть — личинки разнокрылых стрекоз)
— Голова без «маски» 35

35. Длинные антенны, на вершине брюшка длинные нити: **PLECOPTERA**
(Веснянки; часть — личинки)

— Брюшко без нитей на вершине: **COLEOPTERA**
(Жуки, личинки)

ЛИТЕРАТУРА

Общая энтомология

- Borror D. J., DeLong D. M., Introduction to the Study of Insects, Constable, 1955.
- Comstock J., An Introduction to Entomology, Constable, 1947.
- Fernald H. T., Shepard H. H., Applied Entomology, McGraw-Hill, 1955.
- Frost S. W., Insect Life and Insect Natural History, Constable, 1959.
- Gaul A., Wonderful World of Insects, Rinehart, 1953.
- Inms A. D., General Textbook of Entomology, Methuen, 1957.
- Inms A. D., Insect Natural History, Collins, 1947.
- Klots A. B., Klots E. B., Living Insects of the World, H. Hamilton, 1959.
- Klots A. B., Klots E. B., 1001 Questions Answered About Insects, Dodd, Mead, 1961.
- Lutz F. E., A Lot of Insects, G. P. Putnam's Sons, 1941.
- Pesson P., World of Insects, Harrap, 1959.
- Schmitt J. B., General Entomology Laboratory Manual, College of Agriculture, Rutgers University, 1957.

Анатомия и физиология

- Buchshbaum R., Animals Without Backbones: An Introduction to Invertebrates, University of Chicago Press, 1948.
- Buddenbrock W. von, Senses, University of Michigan Press, 1958.
- Carpenter F. M., Geological and Historical Evolution of Insects, Smithsonian Report, U. S. Government Printing Office, 1953.
- Haskell P. T., Insect Sounds, Witherby, 1961.
- Portman A., Animal Camouflage, University of Michigan Press, 1959.
- Прингл Дж., Полет насекомых, М., «Мир», 1970.
- Roecker K. D., ed., Insect Physiology, Wiley, 1953.
- Snodgrass R. E., Principles of Insect Morphology, McGraw-Hill, 1935.
- Wigglesworth V. B., Insect Physiology, Methuen, 1956.

Общественные насекомые

- Butler C. G., Honey Bee, an Introduction to Her Sense-Physiology and Behaviour, Oxford University Press, 1949.
- Free J. B., Butler C. G., Bumblebees, Collins, 1959.
- Frisch K. von, Dancing Bees, Methuen, 1954.
- Goetsch W., Ants, University of Michigan Press, 1957.
- Haskins C. P., Of Ants and Men, Prentice-Hall, 1945.
- Lindauer M., Communication Among Social Bees, Oxford University Press, 1961.
- Maeterlinck M., La vie des fourmis, Fasquelle, 1930.

- Maeterlinck M., La vie des termites, Fasquelle, 1928.
- Метерлинк М., Жизнь пчел, М., М. В. Клюкин, 1903.
- Michener Ch. D., Michener M. H., American Social Insects, Van Nostrand, 1951.
- Morley D. W., Ant World, Penguin, 1953.
- Peckham G. W., Peckham E. G., Wasps, Social and Solitary, Houghton Mifflin, 1905.
- Plath O., Bumble Bees and Their Ways, Macmillan, 1934.
- Ribbands C. R., Behavior and Social Life of Honeybees, Dover, 1957.
- Richards O. W., Social Insects, Macdonald, 1953.
- Root A. I., ABC and XYZ of Bee Culture, A. I. Root, 1947.
- Skaife S. H., Dwellers in Darkness, Longmans, Green, 1961.
- Snodgrass R. E., Anatomy of the Honey Bee, Constable, 1956.
- Teale E. W., Golden Throng, Dodd, Mead, 1961.
- Wheeler W. M., Social Life Among the Insects, Harcourt, Brace, 1923.
- Wheeler W. M., Ants, Columbia University Press, 1910.

Дневные и ночные бабочки

- Ford E. B., Butterflies, Macmillan, 1957.
- Ford E. B., Moths, Collins, 1955.
- Holland W. J., Butterfly Book, Doubleday, 1931.
- Holland W. J., Moth Book, Doubleday, 1949.
- Klots A. B., World of Butterflies and Moths, Harrap, 1958.

Другие отряды

- Arnett R. H., Jr., Beetles of the United States, Catholic University of America Press, 1960.
- Bates M., Natural History of Mosquitoes, Macmillan, 1949.
- Фабр Ж.-А., Жизнь насекомых. Рассказы энтомолога, М., Учпедгиз, 1963.
- Фриш К., Десять маленьких непрошенных гостей, М., «Детская литература», 1970.
- Horsfall W. P., Mosquitoes, Ronald, 1955.
- McClintock T., Tank Menagerie, Abelard, 1957.
- Reitter E., Beetles, Hamlyn, 1961.

Сбор, сохранение и изучение

- Beirne B. P., Collecting, Preparing and Preserving Insects, Canada Department of Agriculture, 1955.
- Chu Hung-fu, How to Know the Immature Insects, H. E. Jaques, ed., Brown, 1947.
- Jaques H. E., How to Know the Beetles, Brown, 1951.
- Jaques H. E., How to Know the Insects, Brown, 1947.

Klots A. B., Field Guide to the Butterflies, Houghton Mifflin, 1951.
Lutz F. E., Field Book of Insects, G. P. Putnam's Sons, 1948.
Oldroyd H., Collecting, Preserving and Studying Insects, Hutchinson, 1959.
Swain R. B., Insect Guide, Doubleday, 1952.
Usinger R. L., ed., Aquatic Insects of California, with Keys to North American Genera and California Species, University of California Press, 1956.

Gunther F. A., *Jeppson L. R.*, Modern Insecticides and World Food Production, Chapman and Hall, 1960.
Harris J. R., Angler's Entomology, Collins, 1956.
Kirkpatrick T. W., Insect Life in the Tropics, Longmans, Green, 1957.
Lloyd F. E., Carnivorous Plants, Ronald, 1942.
Macan T. T., *Worthington E. B.*, Life in Lakes and Rivers, Collins, 1951.
Metcalf C. L., *Flint W. P.*, *Metcalf R. L.*, Destructive and Useful Insects, McGraw-Hill, 1962.
Ordish G., The Living House, Lippincott, 1960.
Pennak R. W., Fresh-Water Invertebrates of the United States, Ronald, 1953.
Ross E. S., Insects Close up, University of California Press, 1953.
Simpson G. G., *Pittendrigh C. S.*, *Tiffany C. H.*, Life, An Introduction to Biology, Harcourt, Brace and World, 1957.
Штейнхауэ У., Патология насекомых, М., ИЛ, 1952.
U. S. Department of Agriculture, Insects, Yearbook of Agriculture, U. S. Government Printing Office, 1952.
Williams C. B., Insect Migration, Macmillan, 1959.

Разное

Bastin H., Freaks and Marvels of Insect Life, Wyn, 1954.
Bruce Ch. T., Insect Dietary: An Account of the Food Habits of Insects, Oxford University Press, 1946.
Clausen L. W., Insect Fact and Folklore, Macmillan, 1954.
Curran C. H., Insects in Your Life, Sheridan, 1951.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Бей-Биенко Г. Я., Общая энтомология, М., «Высшая школа», 1971.
Бей-Биенко Г. Я., *Богданов-Катков Н. Н.*, *Чигарев Г. А.*, *Щеголев В. Н.*, Сельскохозяйственная энтомология, М.—Л., Сельхозгиз, 1955.
Горностаев Г. И., Насекомые СССР (справочники — определители географа и путешественника), М., «Мысль», 1970.
Гусев В. И. (ред.), Лесная энтомология, М.—Л., Гослесбумиздат, 1961.
Дербенева-Ухова В. П., (ред.), Руководство по медицинской энтомологии, М., «Медицина», 1974.
Зенкевич Л. А. (ред.), Жизнь животных, том 3, Беспозвоночные, М., «Просвещение», 1969.
Литин А. Н., Пресные воды и их жизнь, М., Учпедгиз, 1950.
Мамаев Б. М., Определитель насекомых по личинкам, М., «Просвещение», 1972.
Павловский Е. Н., *Летнева С. Г.*, Очерки из жизни пресноводных животных (руководство к экскурсионному и лабора-

торному изучению животного мира пресных вод), М., «Советская наука», 1948.
Панфилов Д. В., В мире насекомых, М., «Лесная промышленность», 1972.
Павлыцыков Н. П., Занимательная энтомология, М., Детгиз, 1960.
Павлыцыков Н. П., Определитель насекомых (краткий определитель наиболее обычных насекомых европейской части СССР), М., Учпедгиз, 1957.
Павлыцыков Н. П., Юному энтомологу, М., Учпедгиз, 1961.
Павлыцыков Н. П., Юным любителям природы, М., «Детская литература», 1975.
Поляженцев П. А., *Козлов В. Ф.*, Малый атлас энтомофагов, М., «Лесная промышленность», 1971.
Фриш К., Из жизни пчел, М., «Мир», 1966.
Швабич Б. Н., Введение в энтомологию, Л., Изд-во ЛГУ, 1959.
Шовен Р., Жизнь и нравы насекомых, М., Сельхозгиз, 1960.
Шовен Р., Мир насекомых, М., «Мир», 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. Мир насекомых	7
2. Жизнь под броней	31
3. Чудо метаморфоза	55
4. Насекомые — архитекторы	77
5. Охотники и жертвы	101
6. Цветки, пыльца и пчелы	123
7. Обитатели воды	143
8. Мудрость или инстинкт?	165
Определитель основных отрядов насекомых	186
Литература	190
Дополнительная литература к русскому изданию	191

Библиотечная серия

П. Фарб

НАСЕКОМЫЕ

Редактор Р. Дубровская
Художественный редактор Ю. Максимов
Технический редактор А. Резоухова
Корректоры С. Денисова и И. Соколова

Сдано в набор 30/XII 1975 г.
Подписано к печати 7/VI 1976 г.
Бумага офс. № 1 84 × 108 $\frac{1}{16}$ = 6 бум. л.
Усл. печ. л. 20,16
Уч.-изд. л. 23,64. Изд. № 12/8425
Цена 2 р. 94 к. Зак. 24.

Издательство «Мир»
Москва, 1-й Рижский пер., 2

Ярославский полиграфкомбинат Союз-
полиграфпрома при Государственном
комитете Совета Министров СССР по
делам издательств, полиграфии и книж-
ной торговли. 150014, Ярославль, ул.
Свободы, 97.

2р. 94 коп.

