

Й. Зентген

От звезды до росинки

120 удивительных
явлений природы



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

От звезды до росинки

Jens Soentgen

VON DEN STERNEN BIS ZUM TAU

*Eine Entdeckungsreise
durch die Natur*

MIT 120 PHÄNOMENEN
UND EXPERIMENTEN

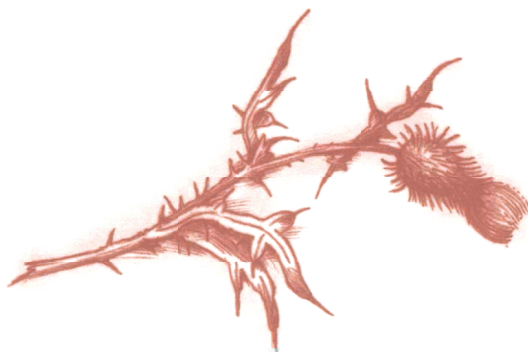
Illustriert
von Vitali Konstantinov

PETER HAMMER VERLAG

Й. Зентген

ОТ ЗВЕЗДЫ ДО РОСИНКИ

120 удивительных
явлений природы



Перевод с немецкого
О. Теремковой

Иллюстрации
В. Константинова

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний
2015

УДК 087.5
ББК 26.236
З-56

Зентген Й.

З-56 От звезды до росинки. 120 удивительных явлений природы [Электронный ресурс] / Й. Зентген ; пер. с нем. О. Теремковой. — Эл. изд. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 338 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

ISBN 978-5-9963-2800-0

С этой книгой юный читатель отправится в потрясающее путешествие вглубь природы — из макромира в микромир. Автор, преисполненный романтизма, описывает явления, встречающиеся в природе, ее основные законы. Ребенок на собственном опыте, экспериментальным путем, не требующим специального профессионального оборудования, может раскрыть многие секреты окружающего его мира. Благодаря этой книге ребенку привьется страсть к познанию окружающего мира, сформируется исследовательское мышление.

Для детей среднего школьного возраста.

УДК 087.5
ББК 26.236

Деривативное электронное издание на основе печатного аналога: От звезды до росинки. 120 удивительных явлений природы / Й. Зентген ; пер. с нем. О. Теремковой. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 335 с. : ил. — ISBN 978-5-9963-0506-3.



Перевод этой работы был поддержан грантом Гёте-Института и его программой Litrix.de, а также Европейской коллегией переводчиков в Штралене

Гёте-Институт финансируется Министерством иностранных дел Германии

12+

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

- © Jens Soentgen (text)
- © Vitali Konstantinov (illustrations)
- © Peter Hammer Verlag GmbH, Wuppertal 2010
Russian language edition arranged through mundt agency, Dusseldorf, Germany
- © Перевод с немецкого, оформление. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015

ISBN 978-5-9963-2800-0

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Естествознание дарит счастье!	6
I	ЗВЕЗДЫ НАД ОЗЕРОМ	15
II	ГОЛУБОЕ НЕБО	45
III	СОЛНЦЕ	61
IV	ЛУНА	77
V	ОЗЕРО	95
VI	РОЗЕНИНЗЕЛЬ	117
VII	ДЕРЕВЬЯ	133
VIII	ЛЮДИ	153
IX	ИВОЛГА	173
X	ЛЕТУЧИЕ МЫШИ	185
XI	МЯТА	207
XII	ГОЛУБЯНКИ	221
XIII	ГАЛЬКА	231
XIV	ЗЕМЛЯ	247
XV	ПЫЛЬ	253
XVI	ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ	277
XVII	БАКТЕРИИ	289
XVIII	АТОМЫ УГЛЕРОДА	315
	Благодарности	329
	Об авторе и иллюстраторе	335

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ ДАРИТ СЧАСТЬЕ!

Это путешествие в природу — вдоль и поперек. Путешествие от бесконечно большого к бесконечно малому, от макрокосма к микрокосму. В пути на каждом шагу можно встретить нечто необычайное, заслуживающее того, чтобы это увидеть, услышать, почувствовать его запах и вкус. Вот почему главы этой книги представляют собой не беспристрастный отчет, а хвалебные речи, прославляющие звезды, луну, воду и землю.

Однако природа рассматривается здесь не с точки зрения эзотерики, а под углом зрения современного естествознания. Противоречие? Многие считают, что с позиций современного естествознания природа предстает в сильно обедненном виде, так как эмоциональная составляющая практически отсутствует.

Действительно ли естествознание лишило природу ее волшебного очарования? Конечно же, нет! Современное естествознание — вовсе не холодный механизм теорий. Оно не только занимается расчетами, но и рассказывает новые замечательные истории. Истории о том, что может видеть каждый: облака, птиц, горы, озера... Истории о прошлом Земли, о далеких солнцах.

Роль естествознания не сводится к его использованию в сферах экономики, техники и медицины. Естествознание обладает огромной жизненной силой — культурной и эстетической. Оно открыло новую, неведомую ранее красоту множества творений природы, рассказ о которых поражает сильнее самых фантастических мифов древности. Маленьких, незаметных созданий естествознание возвысило до небывалых высот! Оно открыло глубины времени; повесть о сотворении Земли и зарождении жизни дает такую же, если не большую, пищу для фантазии, как

самые невероятные предания минувших дней! Разве может сравниться какой-то огнедышащий дракон с целым семейством динозавров! Если естествознание и разрушает старые поэтические представления о природе, это вовсе не означает, что их место автоматически занимает *каркас бездушных формул*. Напротив — начинается новая история. На смену прежнему волшебнику приходит новый, превосходящий его по красоте. Это творческое разрушение, а вовсе не простое отрицание!

Тот, кто думает, будто представления прежних поколений о природе были более поэтическими, чем наши, как правило, плохо разбирается в истории естествознания и космологии. Приведем лишь два примера того, как скучны, а подчас и жестоки были многие из тех мифов, которые теперь считаются волшебными: «Естественная история» Плиния Старшего и богатое мифами сочинение «*Otia imperialia*» английского ученого Гервазия Тильберийского. Крохотные частички природы вообще никто не замечал. А с каким *презрением* относились наши предки ко многим ее творениям! Не только многие виды животных (например, ящерицы, змеи, летучие мыши, совы и др.), но и целые природные комплексы, такие как горы или болота, вызывали не радость и удивление, а *отвращение*. Многое, например форма облаков, раньше, по-видимому, оставалось за гранью восприятия.

Широко распространенное мнение, будто современное естествознание — наука холодная и лишенная романтики, является следствием односторонних представлений о ней. Многие отождествляют «это» естествознание с физикой или даже с одним ее разделом — механикой. Отрасли естествознания, связанные с историей, — геология, космология, палеонтология, теория эволюции — вообще не берутся в расчет.

Кроме того, в современном обществе достижения естествознания находят лишь ограниченное, сугубо утилитарное применение. Естественные науки рассматриваются прежде всего как производительная сила, двигатель промышленности. С их помощью изготавливают новые, улучшенные материалы, разрабатывают новые способы син-

теза омолаживающих препаратов, увеличивают скорость автомобилей, выпускают более эффективное ядерное оружие, боевые самолеты или лаки, которые ярче блестят. Это примерно то же самое, как если бы все разнообразие музыки мы свели к маршам. Естественные науки способны на большее. В будущем они могут научить нас более тонкому восприятию, усилить интенсивность наших чувств при познании космоса, помочь нам заново открыть самих себя! Такое применение естественных наук не приносит денежного дохода, не способствует экономическому росту, зато оживляет фантазию, учит наблюдательности, дарит радость и счастье.

Естественные науки способны *выпустить на свободу* наш природный опыт и расширить его до неведомых пределов. Мы можем стать куда более чуткими и восприимчивыми к красотам природы, чем самые светлые и живые умы античности или Нового времени! Мы можем открыть ее глубинный смысл, новую героическую красоту, которую до нас никто не замечал. У нас значительно больше оснований превозносить и восхвалять природу, чем у наших предшественников. «Что могли знать о бесконечности люди, жившие до XVI столетия?» — вопрошает в своих «Мыслях» Блез Паскаль. Современные естественные науки помещают большие и малые творения природы в принципиально новый контекст, делая процесс познания намного более увлекательным, чем в Античности и Средневековье.

Природа неисчерпаема в своих бесчисленных проявлениях — огромных и незаметных! Чтобы воздать должное ее многообразию, в каждой главе содержатся рекомендации по наблюдению и описание экспериментов. Только не стоит думать, будто созерцание не имеет смысла, поскольку все уже было открыто до нас. Именно в привычном и вездесущем кроются чудеса и загадки! Сейчас мы можем совершить гораздо больше открытий, чем прежде. Под слоем пепла, которым привычка и нерешительность запорошили мир, живет новое, прекрасное. Достаточно лишь легкого дуновения, чтобы избавиться от этого серого налета.

Каждый опыт — приглашение открыть что-то новое, а для этого существуют две стратегии: поиск и испытание. Поиск — это познание, которое ничего не изменяет, испытание — это изменение, стремящееся к познанию. Без этих двух стратегий немислим прогресс в области естественных наук, и мы, любознательные существа, осваиваем обе стратегии с колыбели.

Еще детьми мы начинаем искать и ставить опыты. Поиск и испытание — жизненная стихия естественных наук; они способны принимать различные формы, расширяться, совершенствоваться. Древнейшая отрасль естествознания, занимающаяся познанием, — астрономия; древнейшая и все еще прекрасная отрасль естествознания, занимающаяся испытаниями, — химия. В зависимости от методов исследования можно выделить две разновидности естественных наук: полевые, занимающиеся познанием, и лабораторные, занимающиеся испытаниями — опытами. В последнее время между ними возникло тесное сотрудничество. Лабораторные науки вышли в поле, а полевые начали обзаводиться лабораториями. Поиск дал стимул к развитию сложных методов измерения, а на основе испытаний возник естественнонаучный эксперимент, который анализирует ситуацию, раскладывая ее на факторы и целенаправленно комбинируя их друг с другом. Несмотря на крайнюю технизированность научного исследования, все, кто к нему причастен, знают, как много в нем от детского познания. Когда американского микробиолога и нобелевского лауреата Альфреда Херши спросили, что в его понимании является высшим счастьем для ученого, он ответил: «Провести эксперимент, который удался, и делать это снова и снова». Эта фраза как нельзя более точно характеризует детское вдохновение исследователя. Благодаря этому среди первых микробиологов стало очень популярным крылатое выражение — быть в «раю Херши», т. е. разработать удачную экспериментальную систему.

Наши эксперименты и феномены не требуют применения специальных приборов: ни телескопов, ни микроскопов, ни пробирок, ни даже биноклей или увеличительных стекол. Не потому, что я против приборов. Просто вна-

чале намного целесообразнее наблюдать и слушать невооруженными органами чувств. Только после этого имеет смысл пользоваться приборами.

Некоторые взаимосвязи наблюдатель может распознать с помощью специальных технологий; другие же взаимосвязи воспримет лишь тот, кто откажется от использования этих технологий. Все знают, что даже с помощью обычного бинокля можно разглядеть в ночном небе то, чего простым глазом не увидишь. Куда менее известен тот факт, что существуют значимые с точки зрения естественных наук феномены, обнаружить которые можно *только* невооруженными органами чувств. При использовании какого-либо прибора они не просто теряют четкость очертаний, а исчезают вовсе. Например, рассматривая небо через телескоп, метеоритов не увидишь. Однако тот, кто привык любоваться ночным небом, не прибегая к помощи оптических средств, часто замечает на нем метеориты, а иногда, если повезет, и настоящие огненные шары. Такое простое и в то же время важное космологическое явление, как Млечный Путь, тоже не обнаружишь с помощью бинокля. А вот невооруженным глазом Млечный Путь увидеть легко — если только не мешает рассеянный свет.

Чувственное восприятие по сей день не утратило своего значения для естествознания. В лесах, пустынях, горах, океанах ученый-естествоиспытатель становится настоящим индейцем, способным уловить тончайшие проявления сущности отдельных феноменов. Самые незаметные предметы готовы поведать ему целые истории, недоступные другим. Именно к таким предметам он относится с особым вниманием. Некоторые феномены можно увидеть только при свете послеполуденного солнца, а не при искусственном освещении, другие же хорошо различимы лишь при свете луны.

Глубоко заблуждается тот, кто считает, будто результаты научного исследования, полученные путем простого наблюдения и элементарных математических вычислений, не имеют большого значения. Половина центральных естественнонаучных теорий была разработана

без использования высоких технологий и высшей математики. В качестве примера назову лишь классическую астрономию Солнечной системы, классическую теорию эволюции, открытие глубинного геологического времени и концепцию дрейфующих континентов. Качество результатов исследования не находится в пропорциональной зависимости от степени сложности приборов и используемых математических расчетов.

Вполне правомерен даже такой вопрос: если бы исследователи располагали в то время дорогостоящим оборудованием, которое сейчас есть на каждой кафедре физики и химии, — не затормозило ли бы это развитие естественных наук? Если бы Николай Коперник, благодаря которому мы узнали, что Земля вращается вокруг Солнца, мог обрабатывать данные своих наблюдений за звездами и планетами посредством мощного компьютера, его революционная книга никогда не была бы написана. Потому что компьютеру безразлично, должен ли он произвести большое количество сложных расчетов или несколько простых: результат появится на экране в миллионные доли секунды. И Копернику никогда бы не пришло в голову заменить сложную систему простой. Кстати говоря, у него даже телескопа не было!

И в наши дни, когда в естественных науках стала широко применяться техника, во многих дисциплинах, например в геологии, биологии, географии или метеорологии (это лишь несколько примеров), без обостренного чувственного восприятия не обойтись. И развивать его сейчас важнее, чем когда-либо прежде.

Поэтому в нашей книге действует правило: чем дольше мы заново учимся наблюдать, вслушиваться и осязать, приюхиваться и пробовать на вкус, тем глубже мы познаем мир. А если время от времени нам будет требоваться какое-либо подручное средство, то лишь такое, которое найдется в каждом доме — в кухне или подвале, или же его можно дешево купить в ближайшем супермаркете или зоомагазине.

В этом смысле наши эксперименты не требуют чего-то особенного. Иногда, конечно, понадобятся терпение и

фантазия. Важно по несколько раз попробовать тот или иной способ и импровизировать, если что-то не получается. Настоящего естествоиспытателя не нужно подгонять, он сам прокладывает себе путь. Он эмпирик. Можно даже сказать — пират. У этих слов общий корень — греческое слово *peiran*, которое значит «пытаться», «отваживаться». Естествоиспытателя тоже привлекает все новое, а не привычная и потому удобная повседневная рутина. Поэтому он, по меткому выражению Бенджамина Франклина, американского естествоиспытателя и государственного деятеля, должен уметь *пилить сверлом и сверлить пилой*.

Неотъемлемым элементом большинства естественных наук является математика. В сочетании с четко определенными понятиями она помогает более точно формулировать вопросы и давать на них однозначные ответы. Но опять-таки это не означает, что чем сложнее математика, тем значительнее результат. Чтобы ставить вопросы и отвечать на них, достаточно таблицы умножения и чуть-чуть геометрии.

Многие важные открытия были совершены благодаря простейшему счету, например законы наследования признаков, сформулированные австрийским биологом и ботаником Грегором Иоганном Менделем. В процессе наших наблюдений и экспериментов мы тоже будем пользоваться математическими и геометрическими закономерностями. Максимум, что нам потребуется, — знание основных арифметических действий и немного геометрии. Я покажу вам, как много можно сделать с помощью простейшей математики. А для контраста с ней расскажу о чудесных происшествиях и о том, какую радость дарит общение с природой и наблюдение за ней, каких *вершин* способен достичь природный опыт.

Мы начнем с больших вещей, а закончим крохотными. Ведь чтобы упорядочить их, необходим ориентир. Каким захватывающим может оказаться подобное путешествие, мы узнаем, читая воспоминания исследователей, живших в XVIII столетии, когда были заново открыты звездное небо и микрокосм. Готфрид Вильгельм Лейбниц, немецкий философ, стал очевидцем совершенных в ту эпоху

открытий, которые по сей день определяют наши представления о природе. В своей «Монадологии» Лейбниц ярко и образно излагает теорию множественности миров: «Всякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб»*. Он считал, что каждый мир пронизан меньшими мирами, которые, по его мнению, не уступают нашему по красоте. Именно так: *природа есть бесконечное множество переплетающихся миров*, огромный организм, где все взаимосвязано, — отсюда ее бездонная глубина. Поэтому мы никогда не сможем вдоволь на нее насмотреться.

Идея написать эту книгу возникла после отпуска, который мы провели не в дальних странствиях, а на Штарнбергском озере под Мюнхеном. Остров Розенинзель особенно запал нам в душу. Мы ездили туда на пароме, отправлявшемся из Фельдафинга, — остров расположен так близко к берегу, что до него можно добраться вплавь. Если погода позволяла, мы устраивали на Розенинзеле пикник. Мы никогда не возвращались оттуда с пустыми руками: то прихватим с собой цветок, который сорвали дети, то камень необычной формы, то листок с дерева, то носовой платок с пылью, принесенной, как утверждали газеты, из самой Сахары и осевшей на столах и стульях. И, конечно, фотографии: любительские снимки, на которых не видно ничего, кроме неба; фотографии гальки, озера, острова...

Как-то вечером я решил распределить фотографии и сувениры не в хронологическом порядке, а в зависимости от величины объектов: сначала фотографии неба, потом акварельное изображение озера, фото острова, дерева, а в конце — образец пыли из Сахары. Я обнаружил, что ряд, который я вижу перед собой, не что иное, как путешествие через всю природу — сверху вниз, от огромных вещей до самых крохотных. За время каникул мы тоже совершили своего рода кругосветное путешествие — только не «вокруг», как это делают те, кто путешествует самолетом, а «насквозь», сверху вниз.

* Перевод Е. Боброва. — *Прим. пер.*

Такова предыстория, теперь вы знаете, почему исходным пунктом для меня стал остров Розенинзель на Штарнбергском озере. Но цель описанного здесь путешествия — не Бавария. Нет, мы отправляемся на экскурсию в природу и мир естественных наук. Пусть эта экспедиция укрепит восхищение естественными науками и любовь к природе! Мы можем начать наше путешествие где угодно — лишь бы там было небо над головой, вода перед глазами и земля под ногами.

I

ЗВЕЗДЫ НАД ОЗЕРОМ



I

ЗВЕЗДЫ НАД ОЗЕРОМ

Если весной в ясную звездную ночь смотреть от Штарнбергского озера на юг, в сторону Альп, то слева можно увидеть большое созвездие, которое сразу бросается в глаза, это Орион (рис. 1)*. Понаблюдав за ним подольше, замечаешь, что он не стоит на месте, а странствует всю ночь: восходит, достигает своей высшей точки — кульминации, потом снова заходит. Но виден он всегда в южной части небосклона. Середину звездной фигуры украшает пояс из трех ярких звезд и трех звезд поменьше, замыкают контур состоящие из двух звезд «ступни» и «плечи». Это созвездие было известно еще в Древнем Вавилоне: его называли Небесным Пастухом, Охотником, Богом Большой Двери. Кажется, будто Орион всегда стоит над горизонтом, огромный и нестигаемый; потому он так заметен. Он проделывает небольшой путь, словно поднимаясь на воображаемую гору, — всегда с востока на запад, но никогда не удаляется слишком далеко от горизонта. Благодаря этому его так легко запомнить.

С Орионом у меня связано одно воспоминание — вроде бы ничего особенного, из ряда вон выходящего, но меня это тронуло до глубины души. Некоторое время я проработал в южной Бразилии, в городе Порту-Алегри. Этот город находится гораздо южнее экватора, примерно на таком же расстоянии от Южного полюса, как мы — от Северного. Когда у нас лето, там — зима, и наоборот. Жил я в отеле. Как-то ночью, проснувшись в три часа, я не смог больше заснуть и поднялся в лифте на 14-й этаж. Там находился бассейн — маленький, четыре на четыре метра. Странно было видеть его на такой высоте. Вокруг бассейна стояли пластиковые стулья белого цвета. Рядом с высотным зда-

* В европейской части России Орион виден зимой. — *Прим. ред.*



Рис. 1. Орион

нием кружили летучие мыши, охотились в расселинах между отелом и соседними домами. Надо всем этим возвышался купол ночного неба, которое здесь, на юге Бразилии, казалось совсем незнакомым. Прямо над собой я заметил посреди неба большой прямоугольник, напоминающий лодку с веслом. Что это могло быть за созвездие? Я его не знал. Внезапно я понял, что это Орион. Но находился он не в южной части небосклона, а в самом его центре! Почему? Я представил себе, будто скатываюсь от Мюнхена до середины земного шара, все время в направлении Ориона, проскальзываю у него между ног, несусь дальше и теперь вижу его не как обычно спереди, а снизу вверх.

В этот миг мне стало ясно, как далеко я нахожусь. А еще я понял, какого направления нужно держаться, чтобы вернуться домой. Впервые в жизни я осознал, что Земля действительно *шар*, к тому же не слишком большой.

Я подумал о том, что мореплаватели эпохи Великих географических открытий столкнулись с тем же: когда они плыли на юг, Орион всходил все выше, а у его ног появлялись новые неизвестные звезды — ночное небо юга, до той поры незнакомое жителям Северного полушария.

По-моему, это самый чудесный дар звездного неба человеку: оно подсказывает ему, в какой части земного шара он находится: «сверху» на севере, посередине или «внизу» на юге. В зависимости от местонахождения человека меняется звездный рисунок, который он наблюдает. Таким образом, ночное небо помогает ему сориентироваться, чтобы найти дорогу домой. Звезды с древности служат главным путеводителем для людей. Самому известному в истории человечества заблудившемуся путешественнику, Одиссею из Итаки, они помогли вернуться домой.

Так поэтически возвышенно звезды говорят путнику, что под ногами у него шар, — шар, который летит через Вселенную. И указывают ему дорогу туда, где его ждут...

Открой для себя ночное небо!

1 Как научиться видеть в темноте

ГДЕ И КОГДА: в темной комнате; на улице ясной звездной ночью

Тот, кто хочет хорошо видеть в темноте, должен ознакомиться с особенностями ночного зрения. Сделать это гораздо легче в привычной обстановке, чем при созерцании звездного неба на улице. Начнем с самого простого: понаблюдай, что происходит по ночам после того, как ты выключаешь свет в спальне. Сначала ты вообще ничего не видишь (само собой, темнота должна быть полной; в комнату не должен проникать свет уличного фонаря). Теперь попробуй разглядеть белую рубашку, которая висит на дверце шкафа. К своему удивлению, ты обнаружишь, что, если смотреть прямо, рубашка исчезает. Если же отвести взгляд и смотреть на рубашку так называемым боковым зрением, ее, наоборот, будет хорошо видно. Очевидно, ночное зрение подчиняется иным закономерностям, чем дневное. Если ночью разглядывать предмет вблизи, он исчезает; если же смотреть мимо — появляется. Мы имеем дело с парадоксом, у которого немало параллелей в жизни: избегая смотреть в упор, замечаешь гораздо больше. Так весело, когда вещи исчезают под твоим пристальным взглядом и появляются, стоит лишь тебе отвести глаза! Выйдя на улицу, ты обнаружишь, что неяркие звезды видны лучше всего, когда смотришь мимо них, блуждая взглядом по ночному небу.

2 Карты звездного неба

ГДЕ И КОГДА: на улице ясной звездной ночью

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: эта книга

1. Тот, кто переехал в другой город, сначала ориентируется по расположению нескольких ключевых пунктов, из которых можно добраться до других мест, улиц и зданий. Чтобы сориентироваться в звездном небе, действуют аналогичным образом. Помогают в этом карты — вот почему наша книга снабжена картами звездного неба. Подобно туристическим картам, они показывают не все, что есть на небе; но именно благодаря упрощенности изображения такие карты хороши для первичного ориентирования. Если на туристических картах мы видим основные площади, крупные архитектурные сооружения и соединяющие их улицы, то карты звездного неба показывают важные созвездия, яркие звезды и помогают найти путь от одного созвездия к другому. Это моментальные снимки, поскольку звездное небо над нашими головами движется, хотя и очень медленно. Поэтому лучше наблюдать звездное небо всегда с одной и той же точки. Тогда созвездия можно будет узнать не только по форме, но и по высоте и месту восхода. Четыре наших карты показывают то, что можно видеть на небе весенними, летними, осенними и зимними вечерами. Они верны для указанных дат, но можно пользоваться ими и две-три недели до и после. Существуют и более точные карты — для каждого месяца и даже часа. Но нам, чтобы получить общее представление, достаточно будет карт по временам года.

2. Наблюдать звезды рекомендуется с южной стороны. Компас для этого не требуется, так как Полярная звезда находится как раз там, где север. Благодаря Большой Медведице (см. с. 27) ты без труда отыщешь эту звезду. Когда найдешь север, сразу станет ясно, в какой стороне юг. В полдень Солнце достигает на юге высшей точки своего подъема. Звезды тоже поднимаются на максимальную высоту именно на юге.

3. Если карту города держат перед собой, так как город находится прямо перед глазами, то с картой звездного неба дело обстоит иначе. Звезды светят у тебя над головой, поэтому, чтобы сориентироваться, нужно поднять книгу с картой звездного неба высоко над головой. В отличие от географических карт, на картах звездного неба восток расположен слева, а запад — справа. Если ты держишь карту над собой, точно маленькую крышу, и уже нашел север, юг, восток и запад, то каждой точке на карте должна соответствовать определенная точка на небе. Только не думай, что карта и звезды будут совершенно одинаковы. Далеко не все видимые звезды уместятся на карте. И не всегда условия видимости таковы, что можно найти все изображенные на карте звезды! В настоящем небе созвездия значительно крупнее, чем кажутся на карте. Карта представляет собой проекцию, она плоская, а звездное небо имеет форму свода. Эта карта — всего лишь подспорье, когда-нибудь ты заменишь ее более подробными картами, а потом, освоившись в звездном небе, научишься обходиться вообще без карт.

4. На картах изображены лишь некоторые созвездия и отдельные звезды — в основном те, которые хорошо видны в городе и его окрестностях. Над городами возникает световой купол, из-за которого теперь можно разглядеть лишь малую часть звезд и созвездий. К сожалению, зодиакальные созвездия, которые мы знаем из газетных городскопов, обычно не видны, и разглядеть их можно только безлунными ночами в ясную безветренную погоду. Поэтому на наших картах они либо не обозначены вообще, либо едва намечены. Только линия, на которой они расположены, — так называемая эклиптика — всегда отмечается пунктиром. Движение планет и Луны также происходит по этой линии. Если вблизи этой линии ты заметишь яркую звезду, которая светит ровно, не мерцая, то, скорее всего, это одна из планет. Летними ночами эклиптика и созвездия Зодиака расположены довольно низко, у самого горизонта. А зимними ночами они, наоборот, стоят высоко в небе. Кроме того, на картах отмечен Млечный Путь,

хотя в настоящее время из-за сильной загрязненности воздуха разглядеть его можно крайне редко. На всех картах крестиком отмечен зенит — высшая точка ночного неба. У некоторых звезд есть названия; многие из них арабского происхождения, так как после падения Римской империи астрономией занимались прежде всего арабы. Именно они переводили древнегреческие манускрипты по астрономии и способствовали их дальнейшему распространению.

5. На географических картах расстояния указываются в километрах. Для звездного неба это не очень удобно: здесь расстояния измеряются в градусах. Видимая часть небесной полусферы составляет угол 180° . Прямо над тобой, в высшей точке неба, находится зенит. Зенит и горизонт вместе образуют угол 90° .

6. Между угловыми мерами и более привычными единицами измерения — метрами и сантиметрами — существует простое соотношение: 10 см при расстоянии 57,3 см соответствуют 10° . (Длина полуокружности вычисляется по формуле πr , где π — число пи, равное 3,14, а r — половина диаметра, т. е. радиус. Если подставить в эту формулу значение радиуса, равное 57,3, то получится ровно 1,80 м. Таким образом, при данном расстоянии 180° составляют 1,80 м, т. е. 10 см равны 10° .)

7. Расстояние 57,3 см примерно (у всех немного по-разному) соответствует длине вытянутой руки. Проверь, насколько широко нужно расставить пальцы, чтобы получить расстояние 20 см (рис. 2). Этот отрезок, если смотреть с расстояния вытянутой руки, соответствует примерно 20° . Толщина мизинца (1–2 см) соответствует одному-двум градусам. Для сравнения: радиус Луны и Солнца составляет 0,5 градуса. Ты с легкостью заслонишь их кончиком мизинца. Для начинающих важны не данные о расстояниях, а *направления*, которые могут быть достаточно приблизительными. Созвездия в некотором смысле «указывают» друг на друга, и такие приблизительные направления являются большим подспорьем. Они

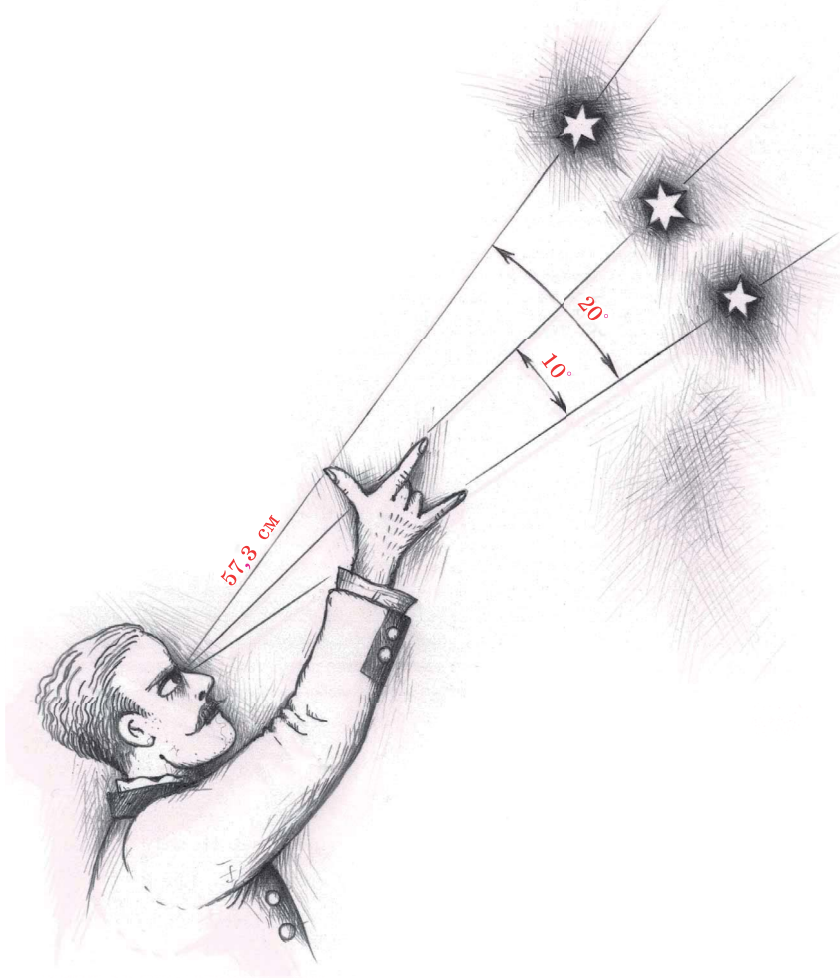


Рис. 2. Измерение расстояния

намечены на картах звездного неба. Исходным пунктом обычно служит Большой Ковш.

8. Большой Ковш относится к созвездию Большой Медведицы (рис. 3), его звезды — самые яркие в этом созвездии. В любое время года Большой Ковш можно отыскать где-нибудь в северной части неба: весенними вечерами — высоко-высоко, в области зенита, летом — на

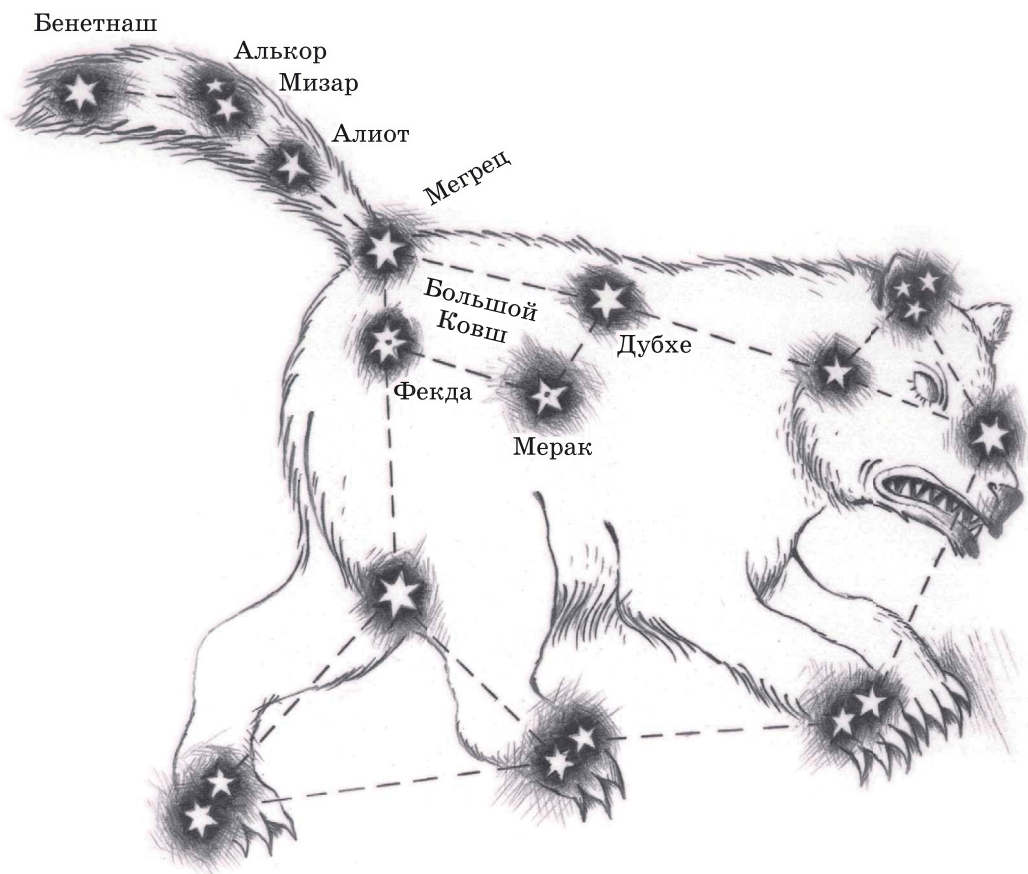


Рис. 3. Большая Медведица

северо-западе, на средней высоте, между зенитом и горизонтом, осенью — внизу, у самого горизонта, зимой — на северо-востоке, тоже на средней высоте. Если и есть созвездие, которое знают все, то это именно он. Две первые и три последние звезды Большого Ковша, имеющие арабские названия Бенетнаш, Мизар, Алиот, Мегрец и Дубхе, примерно одинаковой яркости. Кстати, по степени яркости они являются звездами второй величины, а более яркие звезды — первой. Четыре звезды образуют сам Ковш, три другие — его ручку. Звезды, расположенные в центре Ковша, называются Фекда и Мерак. Они менее яркие. На изломе ручки Ковша, в непосредственной близости от

Мизара, находится звезда Алькор — Маленький Всадник. Способность различить звезду Алькор с древнейших времен была признанной проверкой зоркости. У того, кто видит ее без очков, очень хорошее зрение. Для прогулок по звездному небу Большой Ковш — хороший исходный пункт, как памятник в центре города: от него легко найти дорогу к другим созвездиям и понемногу начать ориентироваться.

3 Весенние звезды (рис. 4)

КОГДА: в середине апреля около 22.00

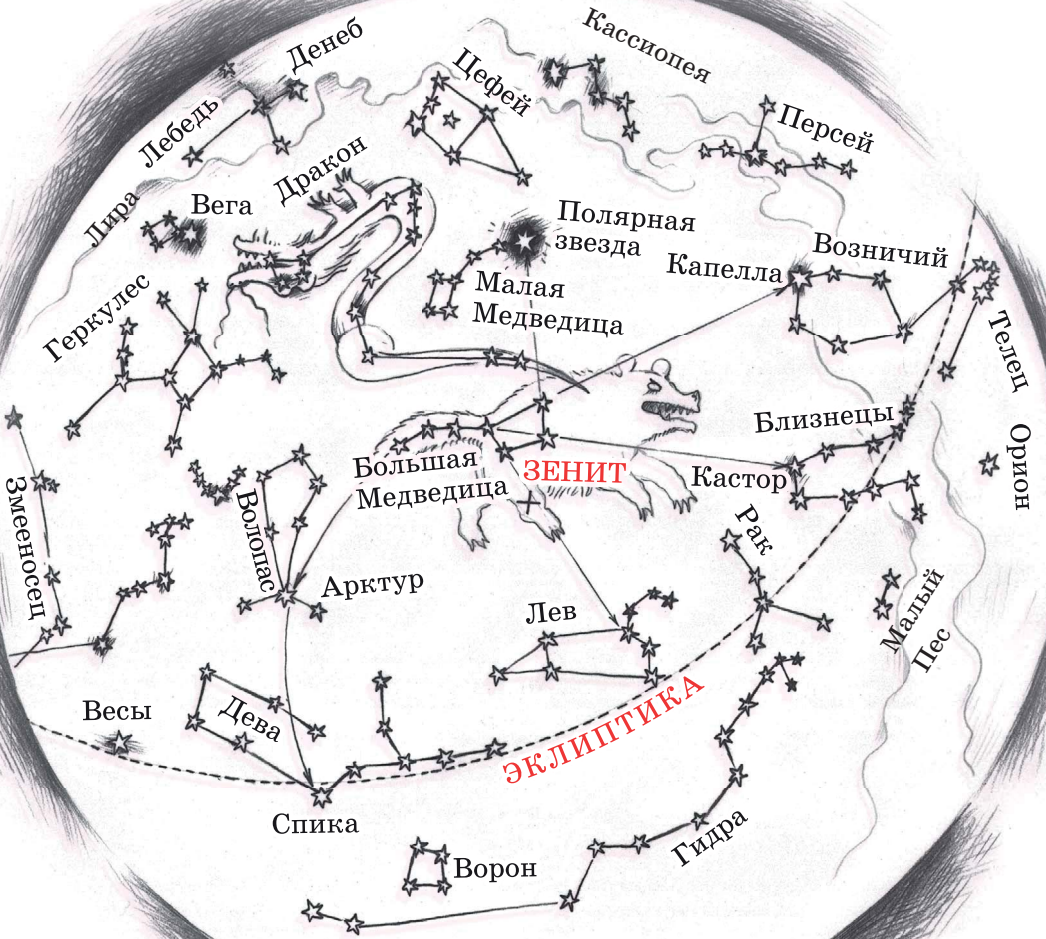
НАМ ПОНАДОБИТСЯ: эта книга

1. Исходный пункт: Большой Ковш. Продлив вверх линию, соединяющую две звезды в передней части Ковша, на кончике хвоста Малой Медведицы ты обнаружишь Полярную звезду (рис. 5). Между Большой и Малой Медведицами извивается Дракон. Если от звезд в передней части Ковша продолжить линию вниз, то примерно на таком же расстоянии увидишь Льва. Его голова напоминает перевернутый вопросительный знак, точкой внизу этого знака служит звезда Регул.

2. Если проложить дугу через три звезды ручки ковша Большой Медведицы, стоящей в зените, найдешь звезду первой величины — оранжевый Арктур, который относится к созвездию Страж Медведицы, или Волопас. Американцы же видят в этом созвездии вафлю от мороженого. Прямо рядом с ним находится так называемая Северная Корона.

3. Если продолжить дугу дальше, увидишь звезду Спику, которая относится к созвездию Девы. Спика располагается близко к эклиптике — линии, по которой движутся все планеты, Луна (с некоторыми отклонениями) и Солнце. Созвездия, путь которых проходит по эклиптике, часто упоминаются в гороскопах. Выглядят они не слишком

СЕВЕР



ЮГ

Рис. 4. Весенние звезды

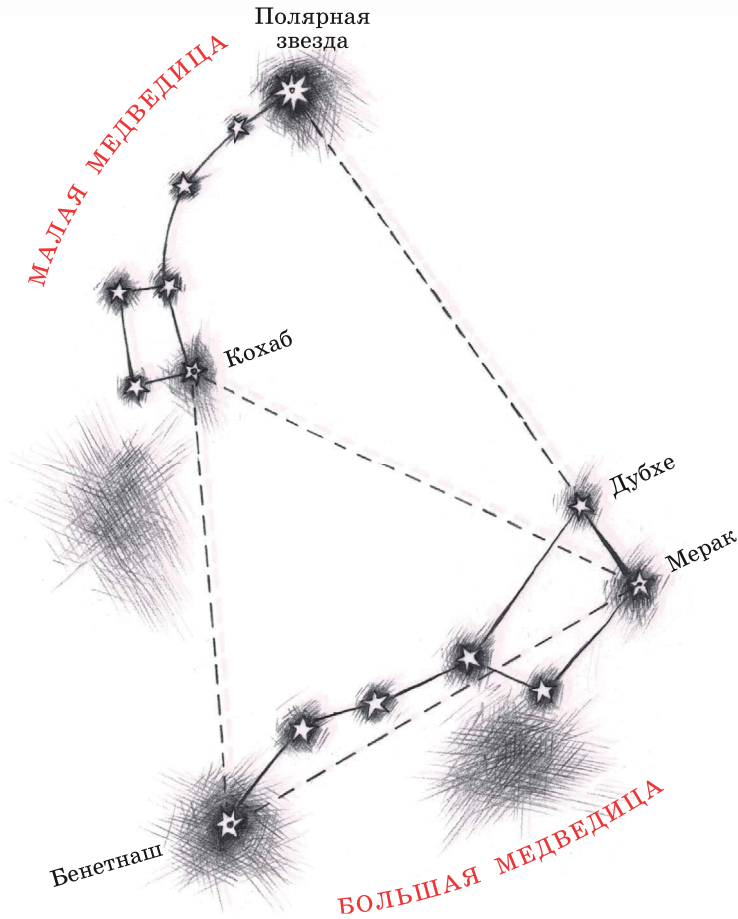


Рис. 5. Полярная звезда

внутриительно: большинство этих созвездий вообще незаметно.

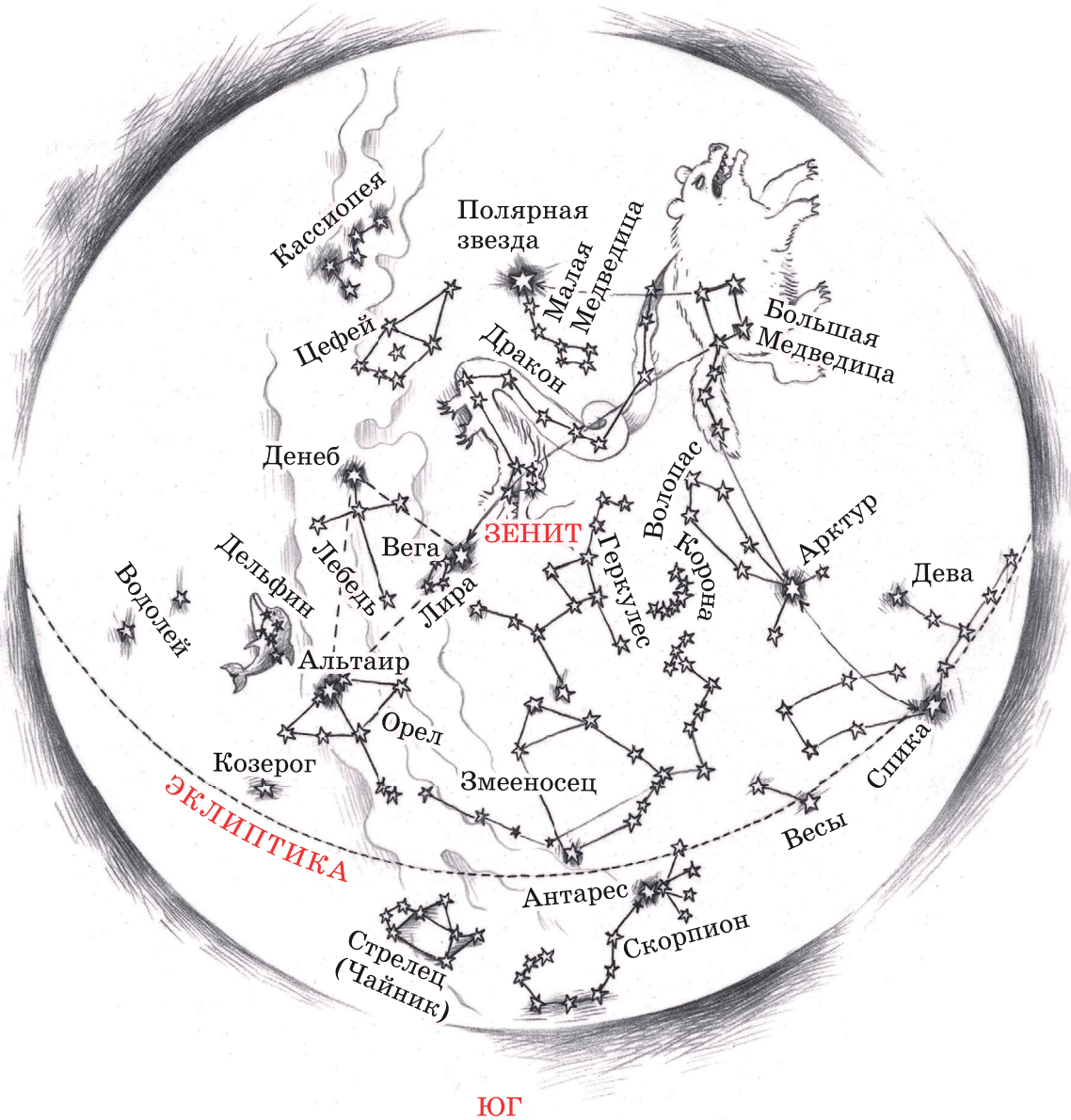
4 Летние звезды (рис. 6)

КОГДА: в конце июля около 23.00

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: эта книга

1. Летом тебе придется ложиться спать позже, если хочешь увидеть звезды: до 23.00 они вряд ли появятся на небе. Зато в это время года гораздо теплее, да и что может

СЕВЕР



ЮГ

Рис. 6. Летние звезды

быть прекрасней летней ночи под открытым небом! Сколько всего можно увидеть!

2. Прямо над головой ты обнаружишь треугольник вытянутой формы, который состоит из очень ярких, заметных звезд, — так называемый Летний треугольник (рис. 7). Одна из угловых звезд треугольника называется Денеб — это самая яркая звезда в созвездии Лебедя. Лебедь летит точно по Млечному Пути. Но увидеть Млечный Путь можно лишь очень ясными ночами вдали от ярко освещенных городов. Другая звезда Треугольника — Вега из созвездия Лиры. Третья звезда — Альтаир — тоже находится в центре Млечного Пути. На юге мерцает Антарес — красноватая звезда в созвездии Скорпиона.

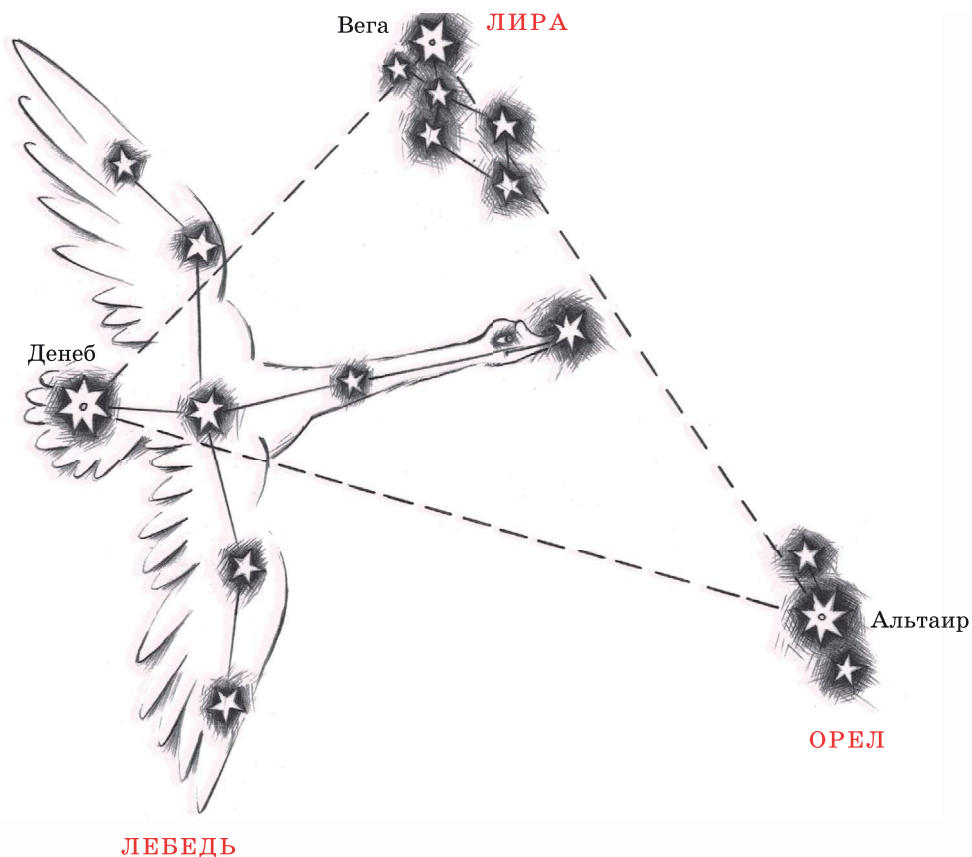


Рис. 7. Летний треугольник

3. Летом (впрочем, и зимой тоже: ведь это созвездие видно круглый год) ты без труда отыщешь на небе Кассиопею, напоминающую большую латинскую букву W. Греки видели в ней сигму (Σ) — букву, от которой произошла латинская S. Если через передние звезды Большого Ковша и Полярную звезду провести прямую линию, она укажет на созвездие Кассиопеи. Кассиопея находится в северной части неба и, подобно Большому Ковшу, вращается вокруг Полярной звезды.

5 Осенние звезды (рис. 8)

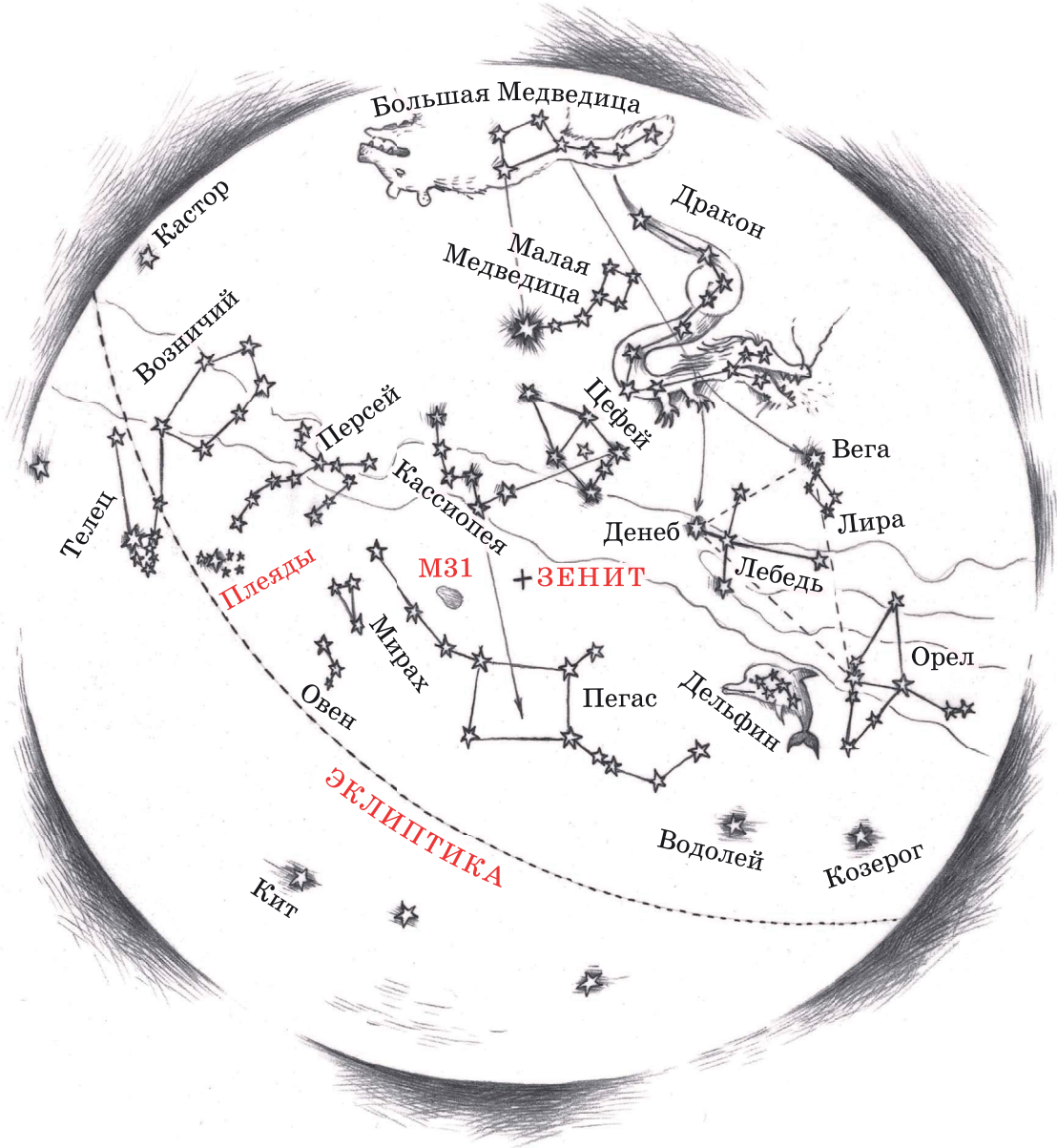
КОГДА: в середине октября в 22.00

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: эта книга

1. Ориентируясь по Кассиопее, которая осенью стоит довольно высоко в небе, ты без труда найдешь Квадрат Пегаса — продолжение цепочки звезд Андромеды. Вблизи Андромеды можно увидеть нечто совершенно необычное: туманность Андромеды, расположенную над звездой Мирах. На языке астрономов туманность Андромеды обозначается М31. Это световое пятно можно разглядеть только при хороших условиях видимости. Оно представляет собой другую галактику — галактику Андромеды.

2. Осенью Большой Ковш находится очень низко над северной стороной горизонта.

СЕВЕР



ЮГ

Рис. 8. Осенние звезды

6 Зимние звезды (рис. 9)

КОГДА: в конце января в 21.00

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: эта книга

1. Наблюдать звезды лучше всего зимой: дни короткие, ночи — длинные. Правда, на улице довольно холодно... На юго-востоке (в декабре около 22.00), на юге (в январе в то же время) или на юго-западе (в феврале) ты обнаружишь яркое и заметное созвездие Ориона.

2. Оставаясь долго на одном месте и наблюдая за Орионом, ты заметишь, что он медленно поднимается, а потом снова опускается. Вместе с ним поднимаются почти все остальные звезды, достигают своей высшей точки — кульминации, потом снова опускаются. Восходят они на востоке, высшей точки достигают на юге, а заходят на западе — совсем как Солнце.

3. Продлив пояс Ориона влево, ты увидишь созвездие Большого Пса, а в нем — Сириус, самую яркую звезду нашего неба. Пес и Сириус представляют особый интерес: мы уже знаем, что звезды восходят на востоке. Всю ночь, до самого рассвета, на востоке восходят новые звезды, в то время как на западе заходят другие. В течение года по утрам всегда видны разные звезды. В Древнем мире Сириус начинал появляться в небе в конце июня, на рассвете, когда небо уже светлело, но еще до восхода Солнца, которое затмевает свет звезд. Тем самым Сириус возвещал наступление самого жаркого времени года — так называемых «собачьих дней». Некоторые древние астрономы считали, что летом потому так жарко, что огонь Сириуса смешивается с солнечным светом, многократно усиливая его жар. Для древних египтян утренний восход Сириуса означал начало разлива Нила и одновременно — самое жаркое время года. Мы и сегодня по-прежнему называем эти дни «собачьими», а в России в честь звезды даже стали называть летний отдых школьников и студентов — *каникулы* (от лат. *canis* — пес).

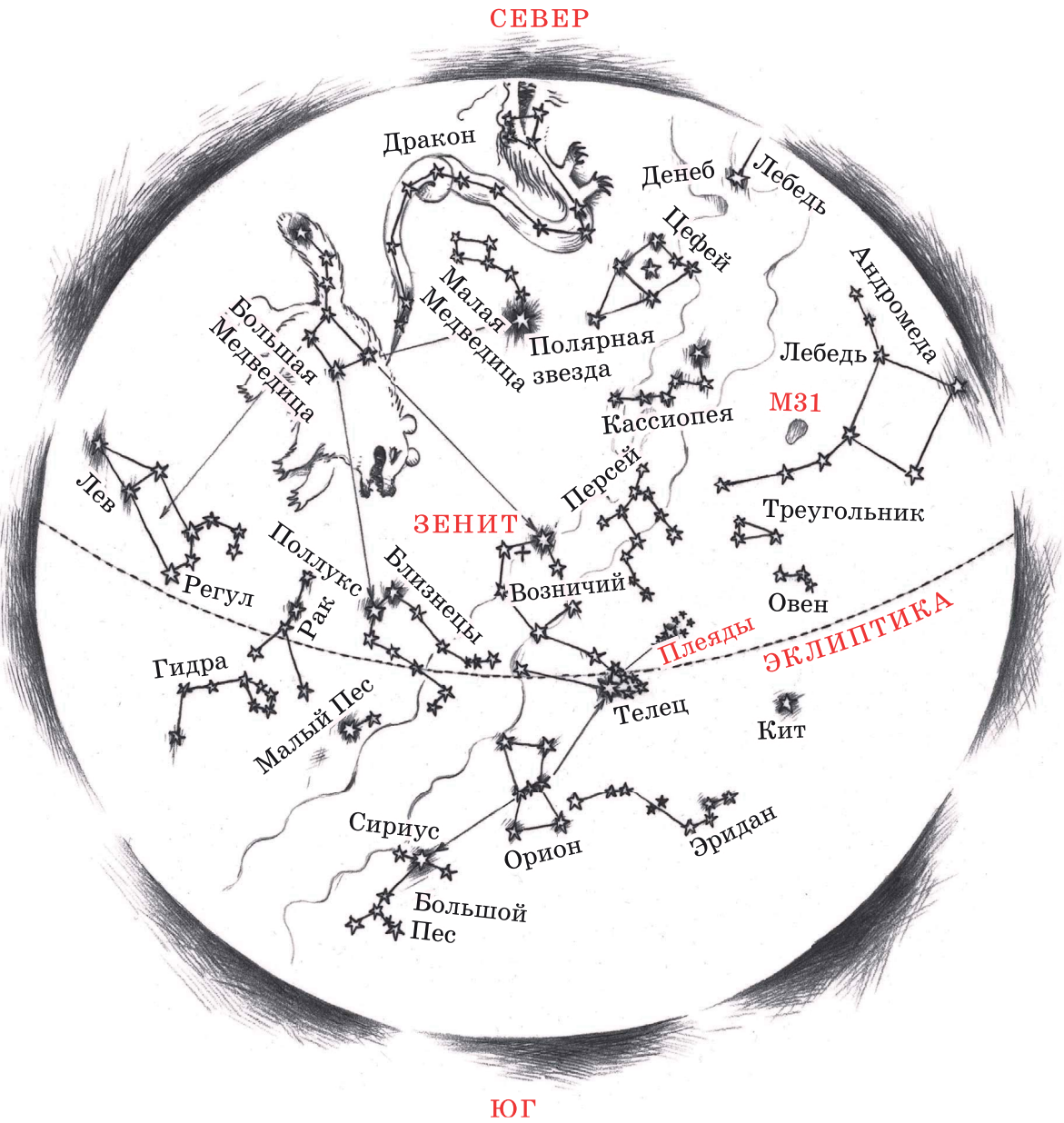


Рис. 9. Зимние звезды

4. Справа несколько выше Ориона ты увидишь, пожалуй, самое красивое созвездие — Семизвездие, или Плеяды. Обнаруженный несколько лет назад небесный диск из Небры (земля Саксония-Ангальт) доказывает, что это созвездие почиталось еще в бронзовом веке. Плеяды известны во всем мире, хотя и под разными именами. В наших краях многие считают их Малой Медведицей.

5. Между Плеядами и Орионом находится большая буква V. Это самая заметная часть созвездия Тельца, красный глаз которого образован звездой Альдебаран. Телец является частью пояса Зодиака по обе стороны эклиптики — линии, по которой проходит путь планет, Луны и Солнца.

7 Как считать звезды (рис. 10)

ГДЕ И КОГДА: звездной ночью в городе; звездной ночью вдали от города

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: картон, ножницы, циркуль, бечевка

1. Старинная колыбельная вопрошает, знает ли дитя, сколько звезд в небесном шатре? Господь Бог их сосчитал, успокаивает песня. То, что все звезды на месте, служит немалым утешением в мире, где все постоянно меняется: хотя бы на небе все остается по-старому.

2. Но как считать звезды? Это непростое занятие: не исключено, что одни звезды ты посчитаешь дважды, а другие, наоборот, пропустишь. Есть один прием, который тебе поможет. Выбери небольшой участок, который можешь охватить взглядом, пересчитай на нем звезды, чтобы потом, опираясь на эти данные, приблизительно сосчитать все звезды. Для этого нужно проделать маленькое отверстие, позволяющее видеть один процент звездного неба. Нам понадобятся циркуль, ножницы, кусок картона и бечевка.

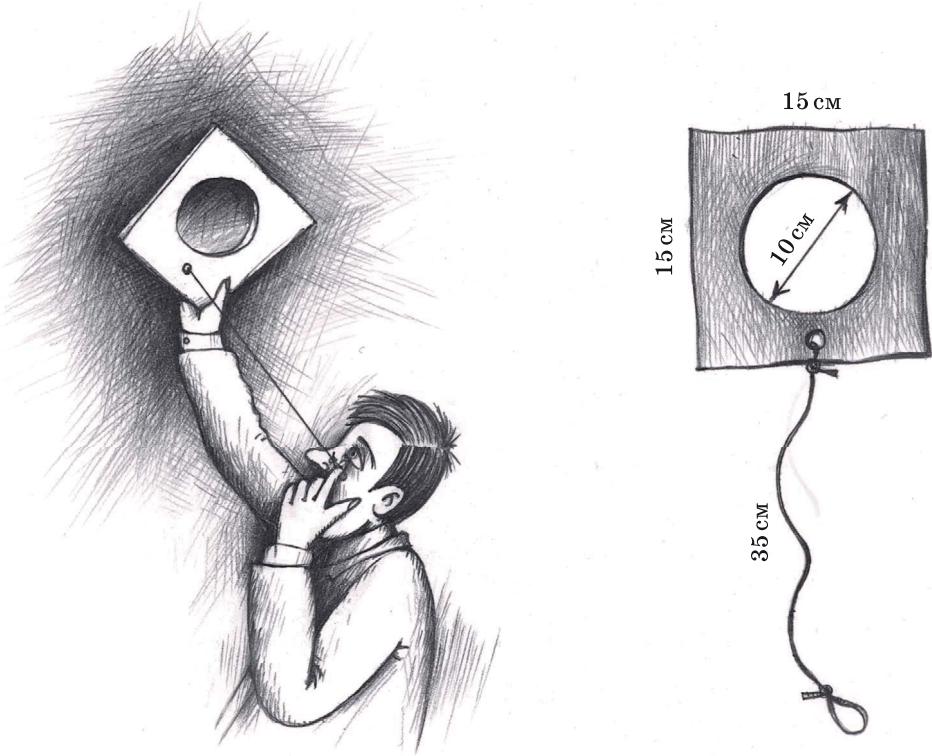


Рис. 10. Считаем звезды

3. Возьми кусок картона и начерти на нем круг диаметром 10 см (радиус равен 5 см). Вырежи этот круг. При необходимости обрежь получившуюся рамку так, чтобы было удобнее (см. рис. 10), и острием ножниц проделай в ней маленькое отверстие. Продень в это отверстие бечевку и завяжи ее узлом. Затем отмерь на бечевке ровно 35 см и отметь эту длину, например, еще одним узлом. Отрежь бечевку в 2–3 см от узла.

4. Теперь, рассматривая через эту рамку часть звездного неба на заданном бечевкой расстоянии, ты сможешь сравнительно легко сосчитать звезды. Через круглое отверстие в рамке ты видишь ровно 1% звездного неба. Одной рукой держи картонную рамку с отверстием в центре,

другой — бечевку. Конец ее должен находиться возле глаза, чтобы расстояние было верным. Не двигайся! Теперь посчитай звезды, которые ты видишь, и умножь результат на 100. Более точный результат можно получить, если по нескольку раз посчитать звезды в разных частях неба и вывести среднее арифметическое*.

5. Начинаящий звездочет сделает удивительное открытие: в ночном небе не бесконечное множество звезд, а всего пара сотен. Даже ясными ночами наши дома и города так ярко освещают небо, что можно различить лишь ничтожно малую часть звезд. Во многих местах Млечный Путь теперь вообще не виден. Для многих это пустышки, но большинство астрономов относится к этому иначе. Для них нет ничего прекраснее созерцания звездного неба, и они считают, что все имеют на это право. Кто видел в ночном небе, не залитом искусственным светом, мерцающую ленту Млечного Пути, чувствовал удивительную силу, которая словно исходит от ярко сияющих звезд, тот, без сомнения, с ними согласится.

8 Полярная звезда

ГДЕ И КОГДА: ночью, под ясным звездным небом
НАМ ПОНАДОБИТСЯ: шезлонг

1. Ночное небо только на первый взгляд кажется тихим и неизменным; понаблюдав за ним несколько часов, ты заметишь, что звезды странствуют.

* Почему это приспособление позволяет видеть ровно 1% звездного неба? Если вкратце, то вот формула: полусфера радиусом 35 см имеет площадь $2\pi r^2$, где π — число пи, равное 3,14, а r — радиус, равный 35 см. В нашем случае площадь полусферы равна 7693 см², что составляет 100% неба. Тогда 1% будет равен 77 см². Можно было бы взять прямоугольник со сторонами 7,7 см и 10 см. Но практичнее представить 1% в виде круга, площадь которого можно рассчитать по формуле πr^2 . Теперь остается вычислить, какой радиус требуется при площади 77 см². В результате подсчетов получается почти 5 см.

2. Поставь шезлонг в саду так, чтобы сидеть спиной к востоку. Откинься на спинку шезлонга и посмотри на звезды, которые видишь над собой, т. е. на востоке. Если за твоей спиной, там же, на востоке, растет дерево, понаблюдай за звездой, которая находится прямо над его кроной. Если позади тебя дом, понаблюдай за звездой, зависшей над его крышей. Уже через несколько минут ты увидишь, что звезда немного поднялась и под ней показали новые звезды. Звездное небо движется! Как солнце всходит на востоке и заходит на западе, так и звезды начинают свой путь на востоке и гаснут на западе. Поэтому за ночь вид звездного неба успевает измениться; и не только за ночь, но и за месяц, и год. Так, в июле в 23.00 на небе обычно видны созвездия Лебедя и Лиры. Но если встать в три часа утра и посмотреть на небо еще раз, то можно обнаружить, что вместо Лебедя и Лиры там появилось типичное зимнее созвездие — Телец с находящимся в нем звездным скоплением Плеядами.

3. Если хочешь глубже проникнуть в тайну движения звезд, ориентируйся по самому известному созвездию — Большой Медведице. Продлив линию, соединяющую две звезды в передней ее части, на отрезок, который в пять раз длиннее этой линии, ты без особого труда найдешь Полярную звезду (см. рис. 5). Начинать поиски с Малой Медведицы, на кончике хвоста которой находится Полярная звезда, куда труднее. Малая Медведица, к сожалению, — созвездие довольно незаметное, к тому же ее очень часто путают со звездным скоплением Плеядами.

4. Поэтому ориентируйся лучше по Большой Медведице. Отметь на земле место, с которого ты ее наблюдал, и запомни ее положение на небе. Примерно через час снова посмотри вверх с того же места — Большая Медведица переместилась. Понаблюдав за ней таким образом два-три часа, ты обнаружишь, что она движется по круговой траектории.

5. Она в самом деле описывает круг вокруг Полярной звезды — единственной в небе звезды, которая остается

неподвижной, так как на нее направлена земная ось. На протяжении всей орбиты движения Земли вокруг Солнца земная ось всегда указывает в одном и том же направлении — на Полярную звезду. От этого на душе как-то легче. Кто знает — быть может, однажды наступит день, когда Земля утратит ориентацию в пространстве и на своем пути вокруг Солнца начнет еще и выписывать восьмерки, словно беспокойный волчок. Конечно, тогда по ночам мы видели бы куда больше звезд, чем сейчас, но вообще от такого беспорядочного движения добра ждать не приходится.

6. Полярная звезда нам очень полезна, так как располагается точно над Северным полюсом. Благодаря ей ты сможешь не только определить, в какой стороне север, но и на какой географической широте, т. е. насколько далеко от экватора, ты находишься. Широта экватора — 0° , широта Северного полюса — 90° . Соответственно все северные районы принято называть «высокими широтами», так как они имеют высокий градус широты. Самый высокий градус широты в Северном полушарии имеет Северный полюс. А точно над ним находится Полярная звезда.

7. Если ты, например, в Германии, то Полярная звезда окажется не прямо над твоей головой, а примерно посередине между зенитом и горизонтом, в диапазоне между 48° в Мюнхене и $54,8^\circ$ во Фленсбурге. Угол между Полярной звездой и горизонтом в точности соответствует географической широте. Путешествуя с юга на север, замечаешь, что Полярная звезда постепенно поднимается над горизонтом. Когда едешь из Мюнхена в Берлин, изменение высоты Полярной звезды становится довольно заметным, хотя и составляет всего 4° . Если двигаться от Берлина все дальше на север, Полярная звезда поднимется еще выше. Когда же она наконец окажется прямо над тобой, знай, что ты добрался до Северного полюса.

8. Если же ты едешь на юг, Полярная звезда опускается все ниже к горизонту, а вместе с ней — и Ковш Боль-

шой Медведицы, которая движется вокруг нее. В конце концов Большой Ковш совсем пропадет из виду, или же видна будет только его вертикально торчащая ручка. На юге у горизонта ты увидишь Южный Крест. Прямо над тобой будут, например, Вега из созвездия Лиры, Лебедь и Орел. Оглянись — и ты убедишься, что оказался в дебрях тропической растительности, где на гигантских деревьях дремлют попугаи, а большие козодои и летучие мыши отправляются на охоту. Ты на экваторе. Южный Крест в этом смысле примерно соответствует северной Полярной звезде. Хотя Южный Крест не так точно указывает на юг, как Полярная звезда — на север, этого вполне достаточно, чтобы сориентироваться.

9 Звездопад

КОГДА: ясными звездными ночами в начале августа и в начале ноября

1. Метеоры лучше всего видны безлунными ночами, особенно во второй половине ночи, после полуночи и ранним утром. В это время суток мы видим участок неба прямо по курсу нашего пути вокруг солнца. 12 августа или 17 ноября вероятность увидеть множество метеоров наиболее велика.

2. Понаблюдав за метеорами, падающими друг за другом, ты заметишь, что движутся они чаще всего не вдоль и поперек, не произвольно, а в одном направлении. Подобные скопления (метеорный поток, как говорят специалисты), судя по всему, имеют общее происхождение. Прежде этот феномен объясняли по-разному: некоторые считали, что звезды стреляют метеорами, другие — что они так чихают.

3. Сегодня кажущийся источник происхождения метеоров важен только для их обозначения: например, Персеидами называют августовский метеорный поток, потому

что он, по всей видимости, берет начало в созвездии Персея, а Леонидами — метеорный поток в ноябре, будто бы вылетающий из созвездия Льва. Но и в другие дни года по ночам часто можно наблюдать метеоры.

4. Откуда берутся метеорные потоки? Загадка разрешилась, когда в 1826 г. один австрийский офицер и астроном-любитель открыл комету, названную в честь него Биэлой. Период ее обращения, как выяснилось, составлял от шести до семи лет. В 1845 г. комета вернулась в третий раз — разорванной на две части, которые летели рядом. В 1852 г. эти части разделились снова, а потом комета исчезла. Биэлу уже начали считать пропавшей без вести бродягой Солнечной системы, как вдруг в 1872 г. в той части неба, откуда должна была появиться уже почти забытая комета, пролился великолепный и обильный метеорный дождь. Через семь лет он повторился. Вывод напрашивался сам собой: комета разделилась сначала на две части, а потом на множество осколков. Через равные промежутки времени Земля прорезает дымящийся след кометы, спешит навстречу облаку пыли, оставленному кометой, стремительно прорывается сквозь него так, что искры летят во все стороны. А значит, метеорный поток не только сам по себе представляет внушительное зрелище, но и помогает нам почувствовать, что мы с большой скоростью несемся на земном шаре через Вселенную. В конце ноября, судя по всему, мы еще можем наблюдать остатки некогда мощного метеорного потока, порожденного кометой Биэлой, которая превратилась в пыль, витающую в космическом пространстве (источником этих метеоров, как кажется, является созвездие Андромеды, поэтому их называют Андромедами). Другие уже упомянутые метеорные потоки, которые также происходят от комет, выглядят куда более внушительно.

10 Увидеть привычное новыми глазами: звезды как солнца

ГДЕ: под великолепным звездным небом

Древние народы представляли себе небо в виде огромного щита, который изготовил кузнец-великан, вбив в него вместо гвоздей золотые звезды. Даже ученые вплоть до Нового времени придерживались похожего мнения. Они считали, что Земля и Солнечная система окружены сферой, к которой прикреплены звезды. Довольно-таки дилетантские представления о небе! Только Джордано Бруно, которого сожгли в Риме как еретика, научил нас видеть звезды новыми глазами.

В то время как мир Коперника ограничивался небом с неподвижными звездами, которое, как он думал, окружает Солнечную систему, словно шар, Бруно в своем труде «Пир на пепле» (1584) доказал, что Вселенная *безгранична*, а наше Солнце — лишь одно из бесчисленного множества. Тем самым он взорвал античную и средневековую уютную картину мира, согласно которой Земля покоится внутри различных планетных и звездных сфер.

Бруно, родившийся в Ноле у подножия Везувия, пишет:

«И вот явился Ноланец и оставил за собой воздушную оболочку, вторгся в небо, измерил межзвездные расстояния, вырвался за границы мира и разрушил фантастические стены первой, восьмой, девятой, десятой и прочих сфер, выдуманных глупыми математиками и слепыми вульгарными философами».

Ни один из великих астрономов: ни Кеплер, ни Тихо Браге, ни Галилей не могли представить себе, что Солнечная система не единственная, что «наше» Солнце — лишь одно из бесконечного множества солнц, что даже звезды не что иное, как отдаленные солнца. Только Бруно, беглый доминиканский монах, поэт, философ и еретик, осмелился помыслить такое.

Никакое другое учение о звездах даже отдаленно не могло сравниться с этим в революционности. «Широта

этих бесконечных пространств ужасает меня», — писал 200 лет спустя французский математик и философ Блез Паскаль. А через 300 лет Фридрих Ницше вопрошал:

«Не падаем ли мы непрерывно? Назад, в сторону, вперед, во всех направлениях? Есть ли еще верх и низ? Не блуждаем ли мы словно в бесконечном Ничто? Не дышит ли на нас пустое пространство? Не стало ли холоднее? Не наступает ли все сильнее и больше ночь?»*.

Эти слова, хотя и описывали смерть Бога, недвусмысленно намекали на неслыханное деяние Джордано Бруно.

Учение о бесконечном множестве солнц было революционным прежде всего потому, что прямо противоречило библейской истории сотворения мира. Если Бог сотворил не только Землю, но одновременно и бесконечное множество других миров, то чем же выделяется место, где живут люди? Почему этот акт творения не нашел отражения в Библии? Бруно был казнен не только из-за своего учения. Благодаря изощренной системе запоминания он обладал феноменальной памятью, поэтому его считали колдуном.

Но стоит ли думать, будто это учение лишило звездное небо очарования, стало атакой на религию? Некоторые философы, например Лейбниц или Бернар Фонтенель, напротив, придерживались мнения, что наши представления о творении Божьем благодаря этому многократно расширились. Бесконечность, которую открыл Бруно, вдохновляла и поэтов, прежде всего Жан-Поля, на новые грандиозные описания неба.

* Перевод К. Свасьяна. — *Прим. пер.*

11 Чудесная звезда

КОГДА: в ночь перед Рождеством

Вторая глава Евангелия от Матфея повествует о трех волхвах, явившихся с Востока. «Где родившийся Царь Иудейский? Ибо мы видели звезду Его на Востоке и пришли поклониться Ему», — так они объяснили цель своего визита царю Ироду. Тот не на шутку встревожился, опасаясь за свою царскую власть. Он собрал всех иудейских первосвященников и стал расспрашивать их, где должен родиться Младенец. Из книг первосвященники узнали, что пророк Михей назвал местом рождения Царя иудеев город Вифлеем. «Ага, — подумал, должно быть, Ирод, — у меня появится конкурент, нужно от него избавиться». И тогда он решил пойти на хитрость: попросил трех волхвов отправиться на поиски Царя, а когда найдут — вернуться к нему и сообщить, где Он находится, чтобы и он, Ирод, мог Ему поклониться.

С точки зрения любителей астрономии, в этой истории есть одна странность: судя по всему, сами иудейские первосвященники ничего на небе не видели. Иначе они явились бы к царю и сообщили ему об этом. Мало того, они не удосужились взглянуть на небо даже тогда, когда царь велел им во всем разобраться. Вероятно, потому, что для них все звезды там были бы новыми; ту самую, единственную, они бы попросту не нашли. В небе они совершенно не ориентировались — да и не хотели. Наблюдение за звездами иудейские ученые мужи считали презренным занятием: таково было неизбежное следствие ссылки иудейского народа в Вавилон. В Вавилоне астрономия пользовалась почетом, звезды были заместителями богов, и иудеи стремились максимально отмежеваться от этой звездной религии. По их мнению, созерцание звезд было сродни идолопоклонству. Уж лучше они обратятся к своим священным книгам.

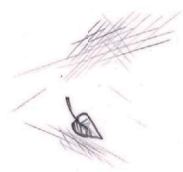
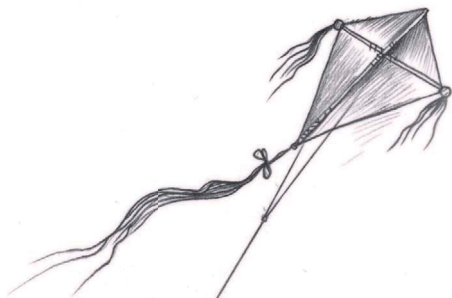
Но что же за звезду видели волхвы? Читатели Библии еще со времен Античности строили различные догадки на этот счет. Раньше считалось, что это была комета. Самая

популярная на сегодняшний день теория гласит, что в тот момент произошло соединение Сатурна и Юпитера. Однако доказательств нет ни для той, ни для другой теории. Мы можем и дальше считать эту звезду чудесной, как называют ее в Библии.

Но волхвы перечеркнули все планы Ирода, который собирался убить новорожденного царя. Поклонившись младенцу в яслях, они сразу же вернулись на родину. А Иосиф, получивший предостережение от ангела, бежал с Марией и младенцем Иисусом в Египет, чтобы не быть погубленными царем, опасавшимся за свой трон. Так Иисусу удалось спастись, когда царь, вне себя от злости, что волхвы не исполнили его желание, приказал убить всех новорожденных в Вифлееме.

II

ГОЛУБОЕ НЕБО



II

ГОЛУБОЕ НЕБО

Давайте в чудесный летний полдень устроимся на озере на надувном матрасе, пусть ветер унесет нас подальше от берега, а мы, лежа на спине, будем смотреть в небо до тех пор, пока расстояние до него не начнет сокращаться, так что в конце концов мы перестанем различать, далеко или близко эта голубизна — нам будет казаться, будто она нас омывает. Тибетские монахи, для которых созерцание неба является ежедневной медитацией, ложатся на спину, чтобы, как они говорят, «почувствовать невыразимую словами связь с космосом»: «Чтобы увидеть собственное лицо, нам нужно зеркало; так и небо служит нам для того, чтобы увидеть отражение нашего духа».

Естествознание тоже на свой лад воспевает небо. При этом оно теснее связало небо с землей: например, образование облаков или направление ветра — с особой структурой земной поверхности. Естествознание заставляет нас по-другому увидеть и почувствовать многое в небе, особенно воздух. Оно делает наше восприятие неба более богатым и разнообразным. Но небо как комплексный феномен не стало от этого более обозримым. Может быть, взглядом его и не охватишь — ведь это небо захватывает каждого из нас, а не мы его.

Самое ценное, что дает нам небо, может увидеть и познать каждый — естествознание ничего к этому не прибавляет: небо дарит нам избавление и свободу. Оно пробуждает в нас тоску, поглощая нас своей голубизной, своими далекими облачными ландшафтами, проплывающими над нами. Обрести легкость, оставить позади все, что когда-либо сковывало, подняться ввысь, подобно облакам, — вот небесное послание, которое ощущает каждый из нас.

Были времена, когда люди были особенно восприимчивы к великому, *священному* феномену неба. Были вре-

мена, когда людям удавалось выразить свое глубокое восприятие неба словами, воплотить в виде картин или архитектурных сооружений.

Такой эпохой прежде всего стал немецкий классицизм и последовавший за ним романтизм. Никогда: ни прежде, ни после — люди не писали так много стихов о небе, не предавались с таким упоением заоблачным фантазиям, не рисовали так часто облака.

Так, Фридрих Гельдерлин в стихотворении «Вечерняя фантазия» пишет:

В вечернем небе словно весна цветет,
И рдеют розы; залитый золотом,
Сияет мир. Меня, о вечер,
В высь унеси в облаках пурпурных!

Пусть свет и ветер боль и любовь мою
Легко развеют... Речью безумною
Спугнул я чудо. Все померкло,
Вновь я остался один под небом*.

Тому, кто парит в блаженстве, неведомы чувства вины, страха и стыда, которые приковывают людей к земле: все это остается внизу. Сходные мысли мы находим и у Фридриха Шиллера в конце поучительного стихотворения «Идеал и жизнь», посвященного освобождению Геракла:

И, полету радуясь впервые,
Устремился в выси голубые,
Кинув долу груз земных тревог**.

Представление о блаженстве полета, которое мы, бывает, смутно ощущаем, когда лежим, расслабившись, и смотрим в голубое небо, — это абсолютное видение счастья, лежащее в основе многих религиозных представлений. Человек теряет почву под ногами и парит вдали: он отрешен от действительности.

* Перевод Г. Ратгауза. — *Прим. пер.*

** Перевод В. Левика. — *Прим. пер.*

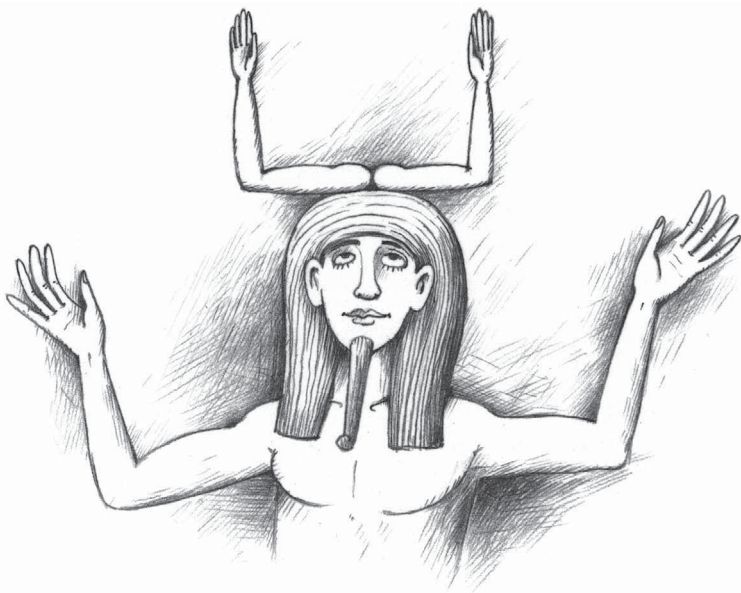


Рис. 11

Именно это так называемое «океаническое чувство» заставляло романтиков восхищаться небом. Здесь они видели природу в ее высшей форме, чистые краски с бесконечным множеством оттенков, неохватную широту, не поддающуюся никаким меркам, а дополняли эту картину облака во всей их изменчивости. Английский историк-искусствовед Джон Раскин называл всю живопись своего времени «служением облакам». В пяти томах своей работы «Современные художники» он подробно останавливается на теме облаков, своими убедительными описаниями и призывами стремясь пробудить в других любовь к небесам и облакам.

Атмосферная власть неба получила непосредственное отражение в религии. Небо, с которого изливается поток дневного света, кажется нам чем-то великим и возвышенным. Руки, простертые к небу в молитве, — древний религиозный мотив, который встречается у всех народов мира (рис. 11).

Вокруг Штарнбергского озера много церквей; их внутренние покои усиливают то неповторимое чувство полета,

которое охватывает нас при виде неба. Многие церкви в стиле барокко кажутся легкими и невесомыми, их стены, словно платки, трепещущие на ветру.

Сияющая всеохватная ширь, раскинувшаяся над нами, может принимать и зловещие черты. Ее нельзя измерить; она беспредельна. Ограничить ее не в наших силах. «Пространство внушает больший страх, чем сила», — писал английский писатель Д. Х. Лоуренс. Некоторые люди, глядя в небо, испытывают не блаженство, а сильнейший страх — страх открытых пространств. Например, психиатр Карл Фридрих Отто Вестфаль в трактате о страхе открытых пространств (агорафобии) рассказывает об одном «достойном уважения священнике», которого охватывал сильнейший страх, когда над его головой не было крыши: «Когда ему нужно перейти поле под открытым небом, им овладевает невыразимый страх, он ползет в обход под изгородями и деревьями, а там, где их нет, ему приходится прибегать к крайним мерам — открывать зонтик».

У баварского детины, который «в хорошую погоду» коротает время за пивным столиком на берегу Штарнбергского озера, такие энтузиазм и паника при виде неба вызывают лишь удивление. «Держи! — скажет он, протягивая кружку. — *Вот они*, небеса Баварии. Здесь, в кружке!» Ваше здоровье!

Открой для себя облака!

12 Откуда ветер дует

КОГДА: в ветреный день

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: легкий полиэтиленовый пакет

1. Ветер — движущий природный феномен. В том числе и в переносном смысле. Ведь ветры не только гонят листву, но и пробуждают чувства. Весенний или летний легкий ветерок действует гипнотически, особенно если он приносит цветочные ароматы. Сильные ветры могут вызывать чувство беспокойства или страха. А если к тому же слышен голос ветра, его вой, на душе становится жутко. Ветер, как призрак, сотрясает двери и окна, будто требуя впустить его в дом; ничего удивительного, что раньше, когда на деревни и леса обрушивались ураганы, люди считали, что это «дикие войска», неупокоившиеся души павших воинов отправляются в путь.

2. Откуда дует ветер? Ответ на этот вопрос дают бесчисленные сказки и саги, а многие писатели любовно приукрашивали путь ветра. В давние времена этот путь казался куда длиннее, чем сегодня. Согласно прежним представлениям, холодные ветры являлись прямиком из Арктики, а горячие — из Африки. Метеорология мечтателей! В действительности ветер крайне редко приходит к нам из Африки.

3. Вблизи земной поверхности ветер так завихряется, что определить его направление очень трудно. Остановись на тихой улице, где дует ветер средней силы, возьми за ручки самый легкий полиэтиленовый пакет (если он громко шуршит, значит, он легкий), подними его в воздух

и отпусти: на лету он будет вертеться и крутиться самым причудливым образом. Когда наблюдаешь за движением опавшей листвы, кажется, будто ветер дует со всех сторон! Вокруг углов зданий образуются крайне сложные завихрения.

4. Откуда дует ветер, можно более точно определить, наблюдая за движением облаков. Почаще смотри на облака, и ты заметишь, что ветер в наших широтах, как правило, приходит с запада! Западный ветер нередко приносит дождь. Ничего удивительного: ведь он приходит с Атлантики, с моря. А ветер, который дует с востока, часто бывает сухим и холодным. Это видно по отдельно стоящим деревьям. С западной стороны они обычно покрыты мхом — там, откуда дуют влажные ветры.

5. Практически в каждом крупном городе есть комплекс построек, которые специально подстраивают под ветер: это аэропорт. Как правило, его проектируют так, чтобы самолеты могли взлетать по ветру, а приземляться — против ветра. Так что если ты увидишь на плане города аэропорт, то по расположению его взлетно-посадочных полос сумеешь определить, откуда в этой местности обычно дует ветер.

13 Сделать дождь и снег

ГДЕ: в саду или на террасе, при отсутствии таковых — в помещении (открыть окно!)

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: сифон для газирования воды, максимально прозрачный шланг около 60 см длиной (можно купить в магазине стройматериалов)

1. «Разумеешь ли равновесие облаков, чудное дело Совершеннейшего в знании?»* — вопрошает Бог бедного Иова (37, 16), намекая тем самым, что знание лежит в

* Русский синодальный перевод Библии. — *Прим. пер.*

основе Его господства: ведь это Он, а не Иов, знает, почему идет дождь. А если бы Он задал этот вопрос *нам*, Он, Всезнающий? Мы ответили бы Ему: «Отчего идет дождь, мы тоже не знаем, но мы знаем, что если вытянуть губы в трубочку и дунуть, то воздух будет казаться холодным». «Ах, малыш, — сказал бы Он, — ты почти нашел ответ на мой вопрос!» Давайте же поразмыслим над этим.

2. Древнейший естественнонаучный эксперимент, который знает каждый ребенок: если вытянуть губы в трубочку и подуть на тыльную сторону ладони, воздух будет прохладным, а если дыхнуть открытым ртом — теплым. Для греческого философа Анаксимена, жившего в VI в. до н. э., *этот* феномен имел принципиальное значение. Хотя и не он первый обратил внимание на это явление (ведь мы издавна дуем на горячую пищу, чтобы ее остудить), зато именно он впервые его описал. Анаксимен считал воздух основой всего, началом и концом. Вода, камни, металлы — для Анаксимена все это — плотный воздух. Чем плотнее предметы, тем они холоднее, чем легче — тем теплее.

3. Такие представления только на первый взгляд кажутся несурезицей. Самое странное, что воздух, выдыхаемый через вытянутые губы, кажется прохладным. Одна из причин заключается в том, что воздух, получающий возможность перейти из сжатого состояния в свободное, охлаждается. А именно это происходит, когда мы выдыхаем через сжатые губы! Если бы мы, надувая щеки, могли сколько угодно повышать давление, то наше сжатое дыхание, вырывающееся через сопло вытянутых трубочкой губ, стало бы таким холодным, что водяной пар превратился бы в снег.

4. Должен признать, что это у нас не получится. Мы просто не сможем создать такое давление. Но если воспользоваться простым сифоном, то выделяющуюся углекислоту можно охладить до такого состояния, что она в самом деле выпадет как снег. Для этого тебе понадо-

бится самый обычный сифон, который можно купить где угодно. Он оснащен газовым баллоном, который содержит CO_2 под большим давлением. Нажми на кнопку, и из насадки, через которую CO_2 поступает в бутылку с водой, пойдет газ. Подставив руку под струю газа, ты обнаружишь, что он довольно холодный. (Проходя между пальцами, газ издает забавные звуки.) Почему же он холодный? Через насадку он вырывается из резервуара высокого давления на свободу. При этом он охлаждается — и весьма существенно. В баллоне с газом CO_2 еще имеет комнатную температуру, а у насадки он *намного* холоднее.

5. Этот эффект ты можешь усилить, перевернув сифон. Если баллон еще практически полон, то, когда ты нажмешь на кнопку, образуется туман. Судя по всему, углекислый газ конденсируется! Но твердеет он только при $-79\text{ }^\circ\text{C}$! Во время таких экспериментов соблюдай осторожность — не только из-за высокого давления и низкой температуры. Высокая концентрация CO_2 может привести к удушью! Необходимо всегда как следует проветривать помещение, а лучше всего проводить эксперимент на открытом воздухе.

6. Ты можешь еще больше усилить этот эффект. Подсоедини к насадке, из которой выходит газ, резиновый шланг длиной около 40 см (такие ты найдешь в магазине стройматериалов) и нажми кнопку: теперь оттуда падают настоящие снежинки — замерзший CO_2 , $-79\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 12)! Объясняется это тем, что в шланге охлажденные частички газа дольше остаются «вместе». Благодаря этому они могут прицепиться друг к другу и образовать конденсат.

7. Этот феномен имеет огромное значение при использовании воздуха в технике. Практически единственный способ создавать низкие температуры основан на том, что сжатые газы вырываются через насадку, расширяются и охлаждаются. Чем больше давление, тем сильнее они расширяются. Холодильник устроен по тому же принципу:



Рис. 12. Снежинки из сифона

охлаждающий газ сжимается, проходит через насадку и снова расширяется, при этом охлаждаясь.

8. Но какое отношение все это имеет к облакам, небу и дождю? Облака в небе часто образуются так же, как туман и снег в сифоне. И так же, как снежинки вырываются из перевернутого сифона, снег и дождь образуются в атмосфере. Когда лучи солнца падают на землю, воздух вблизи земной поверхности нагревается и поднимается вверх. При этом он расширяется, так как давление воздуха с увеличением высоты становится все меньше. Расширяясь, воздух охлаждается (одна из причин того, почему в горах холодно!). Когда он охлаждается до такой степени, что происходит конденсация водяного пара, образуется облако. Если он поднимается еще выше, вода

замерзает. Идет град или снег. Там, где преобладают восходящие потоки воздуха, велика вероятность того, что небо затянет тучами и выпадут осадки. Так как в облаках низкого давления, как правило, господствуют восходящие потоки воздуха, приближение циклона обычно предвещает дождь.

14 Видеть облака (часть 1)

ГДЕ И КОГДА: в горах ясным облачным днем

Поднимаясь ввысь над поверхностью горных склонов, воздух переходит из областей высокого давления — вблизи земной поверхности — в области низкого давления. При этом он расширяется и охлаждается, конденсируется водяной пар. В горах часто можно наблюдать, как над горными вершинами, когда ветер дует с нужной стороны, образуются облака, повторяющие порой рельеф земной поверхности (рис. 13).

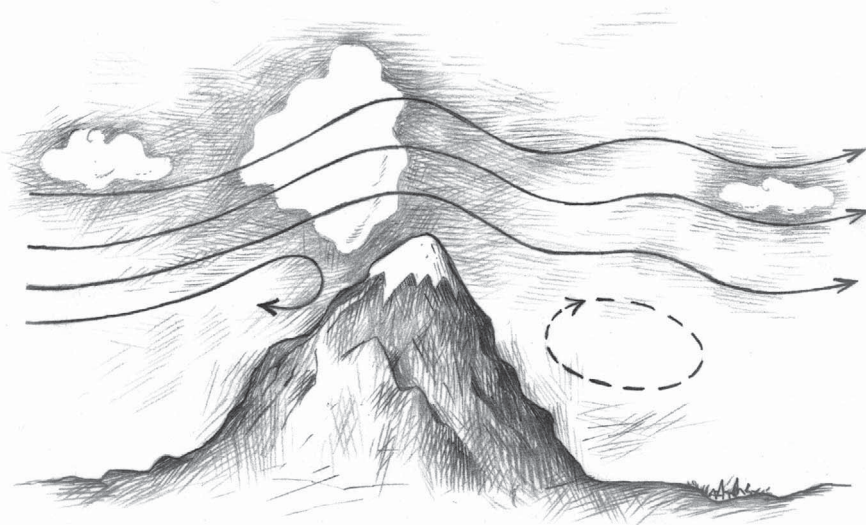


Рис. 13. Горные облака

15 Видеть облака (часть 2)

ГДЕ И КОГДА: между высотными домами в дождливый ветренный день или в горах

1. Когда в дождливый ветренный день стоишь между городскими высотками, рядом с крышами иногда видны клочья тумана, которые, кружась, опускаются вниз и при этом рассеиваются. Это процесс, обратный тому, который приводит к образованию облаков над горными вершинами: когда туман попадает в область более высокого давления (т. е. вниз), он нагревается. А в теплом воздухе туман рассеивается.

2. Тот, кто живет у подножия гор, знает природное явление, в котором этот феномен отчетливо проявляется: конечно, это знаменитый альпийский ветер фён. «Падая» со склона горы, воздух нагревается, дует теплый ветерок, который вполне может вызвать головную боль. При этом небо остается чистым. Кстати говоря, фён бывает не только у подножия Альп. В менее явной форме он встречается в речных долинах, где ветер спускается по склонам.

16 Одеяло из облаков (часть 1)

ГДЕ И КОГДА: в саду на рассвете, после безветренной звездной ночи

1. Днем облака закрывают солнце и понижают температуру: становится прохладнее. А как они действуют ночью? С точностью до наоборот: становятся похожими на одеяло. Ведь Земля теплая — благодаря дневному солнечному излучению (кроме того, немного тепла выходит на поверхность и из земных недр). По ночам Земля отдает свое тепло космосу, и чем больше отдает, тем свободнее становится путь туда. Облака уменьшают ночное излучение, они подобны занавесу, который закрывает земную сцену и тем самым препятствует уходу тепла в космос. Этот эффект менее известен, чем охлаждающее действие облаков днем, потому что по ночам мало кто обращает на

них внимание: темно же. При этом совсем не трудно почувствовать разницу между облачными и безоблачными ночами. Ее можно даже заметить по утренней росе.

2. Роса выпадает на лугу только ясными звездными ночами, когда относительно безветренно. Если ночью небо затянуто тучами, то утром росы либо не будет вовсе, либо ее окажется существенно меньше. Облака уменьшают охлаждение вблизи земной поверхности. Если всю неделю ветра практически не было и температура не менялась (например, в середине лета), то эта разница становится довольно заметной. Рано утром после ясных звездных ночей воздух бывает восхитительно свеж. Если же ночь выдалась облачной, воздух ранним утром ощутимо более теплый, будто застоявшийся. И росы тогда на лугу не будет.

3. Значит, ночью облака «греют»! Как одеяло. И не только облака, но и сам воздух в некоторой степени уподобляется одеялу. Особенно заметно это высоко в горах, где еще и потому намного холоднее, чем в низине, что воздух там менее плотный. Если бы воздушная оболочка Земли и в низких широтах была такой же тонкой, как в высокогорных областях, то температура там была бы такой же, как высоко в горах. Так называемые парниковые газы, содержащиеся в воздухе, например водород, а также малые доли углекислого газа и метана, препятствуют излучению тепла в космическое пространство и тем самым повышают температуру вблизи земной поверхности. Эти газы, так сказать, — более плотный воздух, в различной степени обогащающий нормальный воздух, который состоит из кислорода и азота. Мы, люди, выбрасываем в атмосферу большие количества плотного воздуха — прежде всего CO_2 , а также метана и других газов, что усиливает естественный парниковый эффект.

17 Одеяло из облаков (часть 2)

КОГДА: лунной ночью, когда облака-барашки несутся по небу, а луна то показывается, то снова прячется

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: ртутный или цифровой термометр, карманный фонарик

1. Согревающее действие облачного одеяла ты можешь отчетливо наблюдать теплыми лунными ночами, когда небо местами ясное, местами затянуто тучами. Для этого положи термометр на траву на открытом пространстве (не под деревом или поблизости от навеса).

2. Когда облака затягивают небо, температура повышается на один-два градуса. Когда окно в космос открывается снова, показания термометра падают, часто ты можешь даже почувствовать спад температуры, и тебе покажется, будто в этот момент образуется больше росы. Тот, кто хотя бы раз наблюдал это странное явление, поймет, почему алхимики верили, будто луна и звезды посылают росу непосредственно из космоса. Роса считалась звездной водой, ей отводилась особая роль в процессе превращения металлов.

3. Такими ночами, когда луна то выходит из-за облаков, то скрывается снова, стоит подольше не ложиться спать, и не только ради того, чтобы понаблюдать за температурой. Вид луны, которая светит из-за облаков, образуя на небе то светлый ореол, то пурпурные пятна, просто чудесен!

18 Облачное великолепие

ГДЕ: в горах

1. Облака можно увидеть повсюду. Но в горах их красота многократно усиливается — так же, как вода в горах кажется великопнее и многообразнее, чем где-либо еще. Некоторые явления, связанные с облаками, можно наблюдать как в горах, так и на равнине, а некоторые — только в горах.

2. Приблизившись к облакам, можно оказаться внутри них. В горах все облака кажутся более живыми, чем

где бы то ни было: начиная с невесомого облачка, которое горный ветер подхватывает и уносит ввысь мимо сосновых вершин, и заканчивая мрачным чудовищем, которое мерцает зеленоватым светом, вдруг зависает над головой путника, мечет молнии и обрушивает на него самые настоящие водопады.

19 Увидеть привычное новыми глазами: воздух

Воздух, как правило, неощутим и невидим; только в особых ситуациях, например, когда горячий воздух поднимается и создает рябь, мы замечаем, что тут что-то есть.

Из школьного курса нам известно, что воздух состоит из определенных газов, но слова «газовая смесь», которые всегда употребляются в данном контексте, вводят в заблуждение. Они предполагают, что речь идет о более или менее произвольном скоплении атомов и молекул. Такие механистические воззрения примитивизируют сие чудесное творение. Прежние времена нас опередили. Для Посидония, наиболее выдающегося натурфилософа-стоика, воздух точно был не скоплением атомов, а одним из органов Земли, частью тела Космоса, «вросшей» между небом и землей.

Современные исследователи атмосферы тоже рассматривают воздух в качестве органа, части тела природы. Воздух — нечто несравнимо большее, чем простая газовая смесь! Он понимается как сложный, комплексный продукт земной биосферы, которую Земля и населяющие ее живые существа поддерживают в состоянии хрупкого равновесия. Например, то, что кислорода в атмосфере содержится ровно 21%, с точки зрения жизни, вовсе не является случайностью. Если бы содержание кислорода было на несколько процентов выше, около 25%, то даже влажная растительность, однажды воспламенившись, продолжила бы гореть. Поэтому даже минимальные изменения воздуха могут иметь большие последствия.

20 Гром и молния

КОГДА: в грозу

1. Пожалуй, нет другого природного явления, которое имело бы такое религиозно-историческое значение, как гроза. Наши предки видели в ней сверхъестественную силу, которая изъясняет свой гнев. Во времена христианства гроза долго считалась проявлением гнева Господня. Многие важные решения приходились и приходится на моменты грозы.

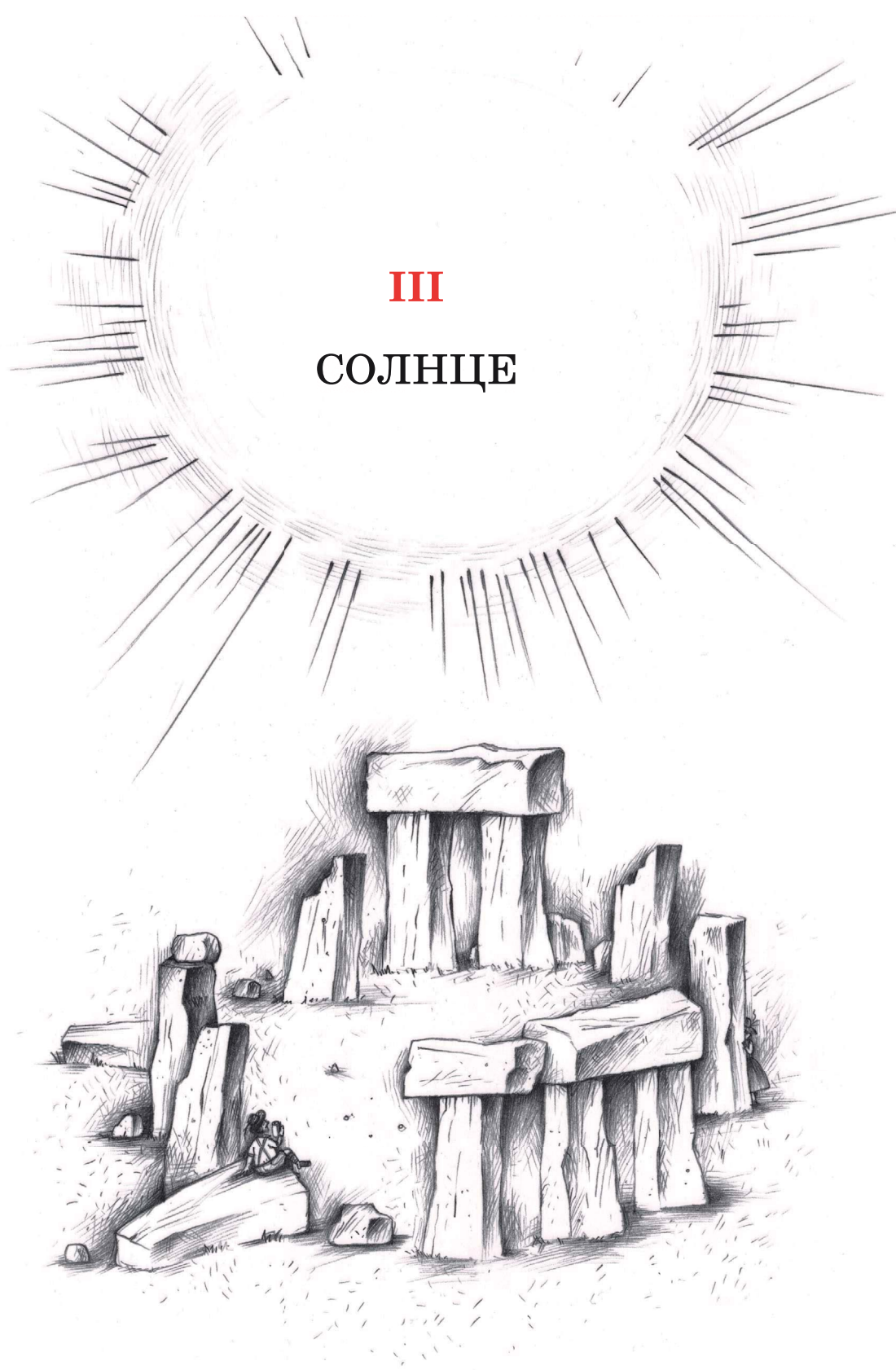
2. Еще во времена Античности натурфилософы пытались объяснить грозу чисто природными причинами. С тех пор удалось более точно выяснить, отчего возникает молния. Однако с громом дело у физиков и по сей день обстоит неважно.

3. Когда мы слышим гром, наш слух воспринимает удивительно многообразный, загадочный шум, оказывающий сильное эмоциональное воздействие. Он дробится так же, как молния ломается зигзагом. За первым ударом следует раскат грома — звук такой, будто рушится высокая башня. Но это только начало громового представления. После нескольких ударов молнии гром начинает *кружиться*. Тогда нам кажется, что он нас подкарауливает, расставляет вокруг нас свои сети, чтобы внезапно с грохотом выскочить прямо на нас. Потом шум снова становится таким, будто мимо нас проезжают гигантские колесницы. Часто гром представляется нам танцем могущественных духов, у которых на уме лишь одно: напугать нас, внушить нам ужас.

4. В прежние времена люди считали, что гроза — это борьба богов и титанов. Когда титаны падают, гремит гром. Или же это один из могущественных богов, например Тор, едет в своей колеснице. А христиане думали, что это апостол Петр играет в кегли. Нас уже не удовлетворяют эти образные объяснения, которые, однако, удивительно точно передают сущность грома.

III

СОЛНЦЕ



III

СОЛНЦЕ

«**К**огда светит солнышко, снова настает теплая погода, тогда папа обнимает маму, да, когда светит солнышко, настает по-настоящему теплая погода!» Этот куплет кельнской группы „De Bläck Föös“, как бы дурацки он ни звучал, четко выражает суть нашего отношения к солнцу. Мы радуемся «солнышку», потому что тогда «настает по-настоящему теплая погода». «Солнышко» хорошо нам знакомо, каждый ребенок может нарисовать «солнышко», а внизу папу с мамой, держащихся за руки.

Ясно как день: наши представления о солнышке находятся на уровне каменного века или и того хуже, поскольку любой среднестатистический человек, живший в каменном веке, знал о солнце намного больше среднестатистического европейца. Да и я сам не являюсь исключением.

Например, еще пару лет назад мне было абсолютно непонятно, чем южный балкон лучше северного. Да, солнце было до такой степени мне безразлично, что ни в одном из тех мест, где мне доводилось жить, я не присматривался, где именно оно встает, где находится в полдень и где садится. Я проходил через многие двери и ворота, но никогда не мог сказать, выходят ли они на север или на юг, на закат или на восход. Звучит парадоксально, но солнце настолько вездесуще, что мы редко обращаем на него внимание.

Так называемые жители каменного века, т. е. люди, населявшие Европу несколько тысячелетий назад, так интересовались солнцем и его путем, что даже придумывали специальные приспособления, где солнце в определенные дни года светило между определенными камнями. Потому что бывают дни, когда солнце ведет себя не так, как обычно, — дни солнцестояния. Зимой дни становятся все

короче и короче — это означает, что солнце проделывает все более короткий путь по небу. Но меньше всего этот путь 21 декабря. С этого дня его дуга перестает уменьшаться, а наоборот растет, ширится, пусть и мучительно медленно поначалу.

Этот процесс полон драматизма! Ведь, наблюдая уменьшение солнечной дуги, мы недалеко от мысли, что так оно и будет продолжаться до тех пор, пока однажды солнце не взойдет всего лишь на минуту! В самом деле, когда приближается 21 декабря, солнце словно замирает в нерешительности, не исчезнуть ли ему вовсе, кажется, будто оно топчется на месте. Именно это побуждало людей в каменном веке устраивать празднества и подносить солнцу дары, чтобы дать ему силы снова отправиться в дальний путь по небу. Не раздумывая ни минуты, люди разводили огромные костры, сталкивали со склонов холмов горящие деревянные колеса, чтобы помочь солнцу, приносили ему жертвы.

Большинство тех гигантских сооружений, что строили люди в начале каменного века, христианские миссионеры сочли атрибутами Дьявола и снесли. Или же они мешали земледелию и вынуждены были уступить место полям. А вот в Стоунхендже на юге Англии большой круг из камней сохранился.

Когда-то культ Солнца был распространен по всему миру, повсюду можно встретить сооружения, которые в особые дни — дни солнцестояния — обрамляли солнце.

Люди того времени куда теснее нас общались с солнцем, находили более многообразное применение его привычкам и небесным маршрутам. Солнце было одновременно часами, календарем и компасом. Подобно звездам, оно помогает ориентироваться далеко за пределами нашей видимости. Когда люди поняли, что в полдень солнце всегда — летом, весной, осенью и зимой — находится в одной и той же точке небосклона, то обрели путеводитель, значение которого трудно переоценить. Эту функцию солнце имеет и для многих животных. А у нас, современных людей, вместо этого есть приборы: часы, календарь, компас. Солнце больше не дает нам советов, не подсказывает,

который час, когда сменяются времена года. Можно сказать, что мы прекратили общение с ним. Оно стало для нас немым. Мы ценим его только в качестве источника тепла, света и энергии.

Я и сам только недавно начал общаться с солнцем, заново знакомиться с ним. Три-четыре года назад я стал присматриваться, чем путь Солнца летом отличается от его пути зимой, а когда путешествую, то смотрю, где находится солнце в других местах. Штарнбергское озеро особенно подходит для этой цели, потому что оно простирается с юга на север, как огромная стрелка компаса. Если смотреть в направлении Альп, солнце восходит слева, а справа оно заходит.

Так я раз за разом открываю для себя великий космический порядок, который Солнце дает времени и пространству, любуюсь красотами восхода по утрам и заката по вечерам. Постепенно я снова начинаю приближаться к уровню каменного века.

Открой для себя свет!

21 Стоунхендж на окне

ГДЕ И КОГДА: в солнечный день у окна, которое выходит на восток, по возможности без занавесок, чтобы солнечный свет беспрепятственно проникал в комнату

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: самоклеющийся листок, в котором нужно прорезать маленькое круглое отверстие диаметром около сантиметра, штук двадцать маленьких круглых наклеек (купить их можно в книжном магазине). Если круглых наклеек у тебя нет, можно использовать звездочки, сердечки или другие маленькие наклейки — главное, чтобы они были одинаковыми.

1. Если в твоём доме есть окно, которое выходит на восток, ты можешь круглый год наблюдать путь солнца: в марте оно восходит над домом Мюллеров, в апреле — над домом Майеров, а в июне — над домом Шмидтов. Чем ближе июнь, тем севернее восходит солнце и тем больше дуга, которую описывает солнце. После 21 июня место восхода солнца постепенно снова смещается на юг. Дни становятся короче. Опыт, который провел физик Роланд Сдостак, позволит тебе иначе наблюдать путь солнца. Эксперимент гораздо проще, чем выглядит на бумаге. И он вправду работает! Вот руководство.

2. Возьми самоклеющийся листок с круглым отверстием и солнечным утром, когда солнце светит в окно, приклей этот листок на стекло; он должен прилегать как можно плотнее и не топорщиться, как это часто бывает с самоклеющимися листками. Далее мы будем называть этот листок «вспышкой», потому что он действует наподобие вспышки фотоаппарата. На противоположной стене

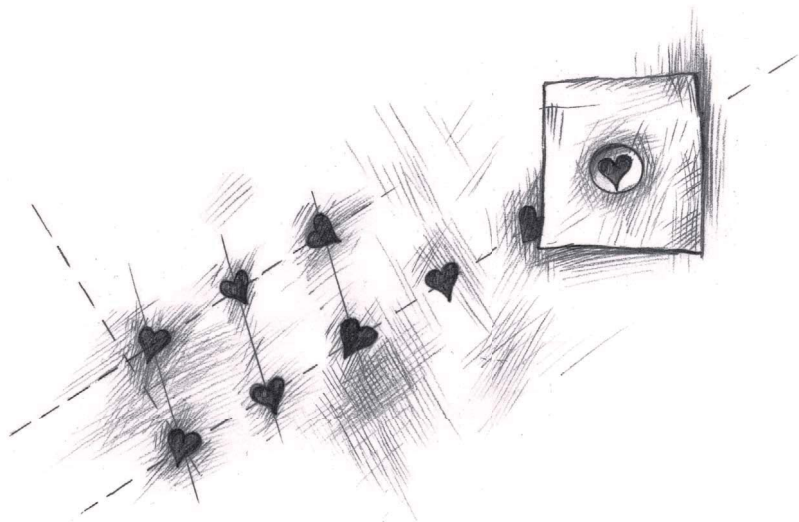


Рис. 14. Проследим за движением солнца

появится тень листочка. Точно посередине этой тени тебе нужно приклеить на стену наклейку, которая будет служить отметкой. Она будет оставаться на месте, тогда как «вспышку» мы впоследствии будем передвигать.

3. Спустя короткое время — уже через 10–15 секунд — ты заметишь, что «вспышку» на окне нужно немного передвинуть, чтобы отметка на стене по-прежнему находилась в середине тени. Так быстро перемещается солнце! Его движение, которое в повседневной жизни мы лишь слепо принимаем на веру, здесь становится почти зримым.

4. Есть простой способ изобразить, как поднимается солнце: когда ты разместишь самоклеющийся листок на окне так, что неподвижная отметка на стене окажется точно в центре круглого отверстия, приклей (на сей раз на оконное стекло, где находится «вспышка») посередине прорези в листке кружок, звездочку или сердечко (рис. 14). Если ты продолжишь это занятие, то через 30–40 минут на окне появится ряд кружков, изображающий путь солнца. Если клеить эти кружки через равные промежутки времени, скажем, пять минут, то получится

самое настоящее жемчужное ожерелье. На каждом кружке записывай время и дату.

5. Повторив этот опыт через несколько дней в то же самое время, ты будешь удивлен: на этот раз солнце появится в другом месте, его путь будет несколько отличаться от того, что был раньше, например он сместится немного вправо. Если ты будешь проводить этот эксперимент несколько дней подряд, на твоём оконном стекле окажется целое семейство кружков. Кроме того, ты установишь следующую закономерность: весной, когда дни становятся длиннее, путь солнца смещается все дальше на север. После летнего солнцестояния его дуга становится короче. Оно позже восходит и раньше садится. 8 декабря бывает самый ранний закат. Потом время и место заката солнца более 11 дней остаются практически неизменными, а с 20 декабря солнце снова постепенно начинает садиться позже. А с восходом — наоборот: только через неделю после зимнего солнцестояния, ориентировочно 28 декабря, бывает самый поздний восход солнца.

6. Путь солнца не всегда одинаков, как думают некоторые! Еще одна причина, чтобы исследовать его внимательно. Ты становишься свидетелем природного процесса, который кажется таким величественным в своей неподвластности внешним воздействиям, столь глубоко затрагивает нашу повседневную жизнь. То, что мы проделали с помощью нескольких наклеек на окне, отмечающих путь солнца и места, где оно восходит над горизонтом, прежние культуры сами вписывали в пейзаж — с помощью каменных глыб. Правда, таким образом они могли отметить лишь те остановки солнца, что находились вблизи горизонта, зато как внушительно! Стоунхендж — сооружение времен каменного века. Большие камни отмечали восход или заход солнца и луны — не каждый день, а по определенным, особым датам. Без сомнения, Стоунхендж использовался прежде всего для отправления культа, но это сооружение также позволяло датировать, а может, даже предсказывать солнечные затмения. Подобные сооруже-

ния — чудесная возможность узнать кое-что о солнце. В Рурской области на склоне Хоэварда были созданы наблюдательные станции, расположенные по кругу с учетом астрономических особенностей, которые, подобно Стоунхенджу, позволяют наблюдать движение солнца, луны и звезд. Похожий планетарий под открытым небом есть под Веной — звездный сад Георгенберг.

22 Тень

КОГДА: в солнечный день

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: остро заточенный простой или цветной карандаш, который может стоять вертикально. При необходимости ты можешь закрепить карандаш подходящим материалом (например, пластилином). Кроме того, нам понадобятся лист бумаги и точные часы

1. Наши тени могут быть как очень короткими, так и очень длинными — в зависимости от времени суток. Всем известно, что в полдень тени самые короткие. Но так ли это?

2. Возьми палку и установи ее вертикально на ровной поверхности, например на солнечной веранде или на газоне. Так ты сможешь наблюдать за движением тени. Клади там, где она заканчивается, мелкие камушки — это самый простой способ следить за ее перемещением. Если хочешь добиться более точных результатов, возьми короткий карандаш и поставь его на листе бумаги на солнце. При необходимости ты можешь закрепить карандаш, например при помощи шарика пластилина. Понаблюдай в течение дня за тенью, обводя ее контур ручкой, и записывай рядом с каждой отметкой точное время. Самая короткая черта будет соответствовать наиболее высокому, т. е. полуденному положению солнца. Если ты приступишь к этому занятию в первой половине дня, то обнаружишь, что самая короткая отметка — солнечный полдень — вовсе не совпадает с часовым (12.00).

3. Наши часы идут по средневропейскому времени, которое было введено в Германской империи 1 апреля 1893 г. До этого в каждом населенном пункте было собственное время — солнечное! Оно измерялось по солнечным часам (рис. 15).

4. Полдень по солнечному времени наступал тогда, когда тени становились короче всего; в тех местах, которые были расположены восточнее, это происходило «раньше», чем в западных. Разница составляет около четырех минут на один градус географической долготы. Это означает, что в Берлине, который находится на востоке Германии, солнце встает примерно на полчаса раньше, чем в

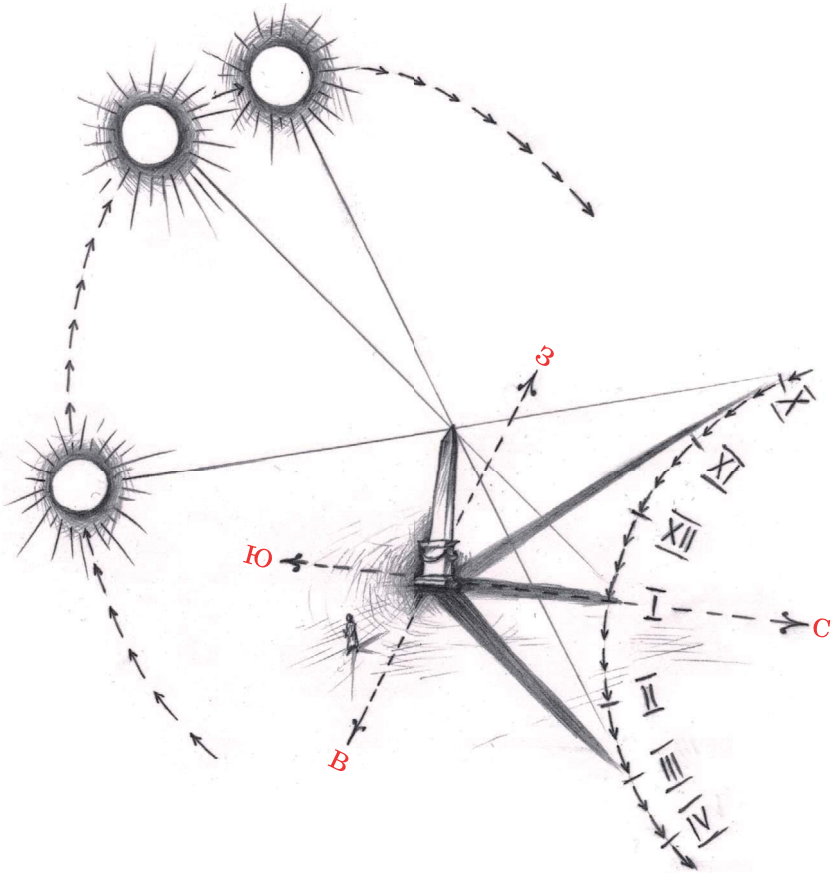


Рис. 15. Солнечные часы

Аахене, который находится ближе всего к западной границе. И своей высшей точки оно тоже достигает на полчаса раньше.

5. Измерение времени по солнцу не причиняло никаких неудобств, пока транспорта было мало, а точных или особенно быстрых путей сообщения не было вовсе. Только с появлением железной дороги, давшей мощный толчок к развитию транспорта, местное время стало помехой. Железная дорога покорила Германию в конце XIX в. и привела к введению единого средневропейского времени. «Солнце», соответствующее этому средневропейскому времени, — вымышленное, его путь усреднен и отличается от пути настоящего солнца где-то больше, где-то меньше. Только несколько дней в году вымышленное солнце соответствует (или соответствовало) действительному: 16 апреля, 15 июня, 1 сентября и 25 декабря. С введением летнего времени (перевод часов на час вперед с марта по октябрь) расхождение в эти месяцы увеличилось, полдень вымышленного и настоящего солнца совпадает теперь только 25 декабря.

6. Наблюдение за тенью вертикально стоящей палки — давнее занятие. Еще древние египтяне предавались ему, используя в качестве объектов, отбрасывающих тень, обелиски. Положение тени можно использовать не только как часы, но и как календарь, потому что путь тени меняется в зависимости от времени года.

7. Кстати, по положению тени в полдень ты можешь определить стороны света: когда тень короче всего, солнце находится на юге, а тень указывает на север. Только не смотри прямо на солнце! Моряки минувших столетий, которые определяли курс по солнцу, чтобы узнать местоположение корабля, нередко слепли на один глаз.

23 Солнечный свет и искусственное освещение

ГДЕ: в комнате, которую можно полностью затемнить так, чтобы туда проникал только тонкий лучик дневного света, например через приоткрытую дверь или занавески

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: компакт-диск (лучше всего серебрястый, но с зеленоватым или синим отливом тоже подойдет). Новые компакт-диски работают чуть лучше бывших в употреблении

1. Каждый из нас замечал, что свет энергосберегающих ламп (например, люминесцентных ламп или светодиодов) по сравнению с солнечным светом кажется довольно холодным и неестественным. Чем это вызвано?

2. С помощью компакт-диска — неважно, записаны ли на нем данные или музыка, — ты можешь разложить на спектр как солнечный, так и искусственный свет и выявить различия между ними.

3. Начнем с солнечного света. Оставь приоткрытой дверь в абсолютно темную комнату или щелку между занавесками, чтобы туда мог проникнуть лучик дневного света. Необязательно, чтобы это был прямой солнечный свет: достаточно будет рассеянного дневного света или солнечного света, который отражается от стены.

4. Держа в руке компакт-диск, встань так, чтобы в левой его части отражалась щель (рис. 16). (Смотри при этом на обратную сторону диска, а не на лицевую, где картинка!) Диск должен находиться на таком расстоянии от твоих глаз, как будто это книга, которую ты читаешь. Можешь повернуться спиной к щели, чтобы свет из нее падал через твое плечо. Поверни диск по вертикальной оси немного влево — появится светлая полоса: все цвета радуги в их ослепительной чистоте — фиолетовый, синий, зеленый и так далее до красного. Если ты повернешь диск вправо, спектр появится тоже, только последовательность

цветов будет в зеркальном отображении. Так или иначе, спектр этот сплошной, между цветами нет просветов. Такой же непрерывный спектр имеет свет горящих свечей или обычных лампочек.

5. Если же через дверную щель будет проникать не дневной свет, а свет энергосберегающей лампы, ты будешь удивлен. Спектр несплошной, он состоит из полос, между которыми темнота. Зачастую можно различить сине-зеленую и кирпично-красную линии — именно из них состоит «белый» свет энергосберегающей лампы. Этому свету удастся перехитрить наш глаз: глазу кажется, что он видит привычный белый свет, но на самом деле этот свет имеет упрощенную структуру. В люминесцентных лампах, как правило, используются пары ртути, которые при электрическом возбуждении дают ультрафиолетовый свет. Он, в свою очередь, возбуждает люминофоры, которыми покрыта внутренняя сторона лампы, и они посылают то красные, то сине-зеленые лучи света, которые потом сливаются в белый. Большинство людей не замечает неполноценность этого света — так же, как лишь немногие



Рис. 16. Разложение света на спектр

обращают внимание на то, что песни в айпode безжалостно урезаются ради уменьшения объема данных. В повседневной жизни холодный свет энергосберегающих ламп никому не мешает. Но когда к освещению предъявляются повышенные требования, например во время съемок фильма, эстетические недостатки этого света бросаются в глаза любому. Поэтому здесь предпочтение по-прежнему отдается обычным, а не люминесцентным лампочкам или светодиодам.

6. То, что свет современных электронных светильников состоит из нескольких элементов, в некоторых случаях можно заметить даже без каких-либо инструментов. Если ты сядешь по диагонали от проектора, который используется для презентаций, так, чтобы его светлая линза находилась в поле твоего зрения, а потом быстро поднимешь глаза, то видимый белый свет проектора на пару секунд распадется на составные части: ты увидишь зеленое, красное и синее поля, плотно прилегающие друг к другу. Эти три цвета сливаются в грязновато-белый. Некоторые проекторы высшего класса добавляют еще и желтый, чтобы улучшить качество изображения. Лучше всего это можно увидеть, когда твой взгляд будто ненароком скользнет по линзе проектора.

7. Но вернемся к диску, позволяющему легко разложить свет на спектр. По вечерам с его помощью ты даже можешь легко определить, какие лампочки использует сосед: обычные или люминесцентные. Для этого тебе нужно всего лишь разложить диском свет, который падает из его окон. Если спектр непрерывный, значит, лампочки у соседа обычные; если же спектр распадается на полосы, то лампочки энергосберегающие. На основании этих полос химики даже могут сказать, какое вещество находится в лампах: спектр позволяет им сделать вывод о характере люминофора.

8. Подобно тому как мы по свету из соседского окна можем установить, какой материал используется в его

лампах, астрономы исследуют звездный свет и, опираясь на его структуру, делают заключения о структуре и возрасте звезд, метеоров и комет. Потому что даже сплошные спектры, если присмотреться внимательнее, имеют характерные различия, связанные со структурой звезд.

24 Альпийские зори

КОГДА И ГДЕ: вечером в Альпах

1. Когда краснеют снежные вершины,
Молитесь, вольные швейцарцы!

Так поется в национальном гимне Швейцарии. Пурпурное сияние, которое можно часто видеть в Альпах, призвано укреплять веру. В самом деле, неправдоподобно яркие альпийские зори — волнующее зрелище.

2. Это природное явление можно наблюдать как на рассвете, так и на закате дня — причина у него одна: красное солнце освещает горные вершины. Эти, как правило, светлые или даже белоснежные вершины подобны экрану, на который падает цветной свет. На рубеже XX в. альпийские зори интересовали многих исследователей. Даже в обычном закате есть нечто торжественное: ведь солнце является во всем великолепии своих красок.

3. В Альпах при наблюдении этого феномена нас охватывают чувства невероятной силы, может быть, потому, что нас отделяет от него некоторое расстояние. Закат не вокруг нас, мы наблюдаем его из низины так, будто сидим в кинотеатре, а эффект кино поднимает настроение.

4. Присмотревшись внимательнее, можно заметить *земную тень*, которая медленно взбирается в гору и, добравшись до вершины, гасит закат. Или, скорее, перемещает его — теперь вспыхивают облака!

25 Чудо-солнце

Солнце почиталось во всем древнем мире. Император Август еще поклонялся античному божеству Юпитеру, а вот его прямые потомки уже содействовали распространению культа Солнца, так что в период поздней Античности оно постепенно превратилось в культ целой империи. Во II в. н. э. римский император Гелиогабал велел перевезти из Сирии в Рим святой черный камень, предположительно, упавший с неба метеорит, чтобы выставить его на всеобщее обозрение в храме Бога Солнца.

Позднеримские императоры способствовали дальнейшему распространению культа солнца, которое представлялось им идеальным богом для империи, символом всемогущества императора. Как только солнце появляется на горизонте, все другие небесные светила сразу теряют свое значение: звезды становятся невидимыми, а луна кажется лишь облачком на фоне голубого неба. Кроме того, солнце освещает все, даже самые глухие уголки: оно видит все, а на него смотреть нельзя, не то ослепнешь. Да и по своей строгости оно — образцовый правитель. Как при всех великих властителях, люди внимательно следили за малейшими переменами в настроении солнца, за каждым его жестом. Кроваво-красному закату приписывали особое значение, а полные или частичные солнечные затмения становились поводом для жертвоприношений.

Возможно, Европа и по сей день оставалась бы во власти солнечного культа, если бы благодаря усилиям императора Константина в III в. н. э. христианство не одержало окончательную победу над солнцепоклонничеством. Как это ни парадоксально, Константин всю свою жизнь продолжал боготворить и солнце. Во всяком случае, его знаменитое видение накануне битвы у Мильвийского моста сначала было видением не Христа, а Солнца.

По описанию епископа Евсевия, Константин утверждал, будто на закате дня своими глазами видел в небе над солнцем световое знамение креста и надпись: «Сим победиши». При виде этого знаменья ужас охватил его и всю его армию, которая отправилась с ним в поход и стала

свидетелем чуда. Только ночью во сне он связал этот знак с Христом. Бесспорно, это было крайне необычное солнечное явление. Эксперты предполагают, что он видел так называемое гало. Это довольно редкий феномен, когда рядом с солнцем на несколько минут или только секунд показываются другие солнца, меньшего размера и иногда радужных цветов. Также вокруг солнца может образовываться сияющее кольцо. Но даже если это было явление гало, оно вполне могло быть и божественным знаком — будь то Бог солнца или Христос.

IV

ЛУНА



IV

ЛУНА

Луна, похоже, несколько вышла из моды. Чтобы услышать страстный гимн луне, нам придется перенестись в XIX век. Летом 1881 г. императрица Елизавета Австрийская (Сисси), устав от венской дворцовой суеты, отправилась на Штарнбергское озеро. Там она родилась и выросла и всегда, когда позволяла обстановка в Вене, возвращалась туда отдохнуть. Останавливалась она в Фельдафинге, менее чем в 200 м от берега озера, вблизи острова Розенинзель.

Однажды вечером к императрице явился король Людвиг II Баварский, относившийся к ней с большим почтением, и пригласил ее в гости в свою загородную виллу на Розенинзеле. В честь императрицы король, мужчина высокий и крупный, был одет в австрийский мундир. Он не хотел видеть никого, кроме Елизаветы, и не разрешил представить себя остальным; по его приказу к берегу уже подали лодку. Императрица настояла, чтобы ее африканский слуга, Рудольф Рустимо, во избежание сплетен отправился с ними.

К Людвигу у императрицы было особое отношение. Король был известен не только своей любовью к искусству и архитектуре, но и к природе. С годами он становился все более нелюдимым, поэтому прогулки чаще всего совершал по ночам; как только наступало полнолуние, он велел запрягать лошадей. Он интересовался астрономией, хоть и стеснялся, по всей видимости, столь бесполезного, не подобающего его сану увлечения. Однако императрице он полностью доверял, и, едва они устроились на удобных скамейках и слуга несколькими взмахами весел отогнал лодку от берега, король тут же завел разговор о звездах.

Чудесный июньский вечер незаметно перешел в звездную ночь. Несметные звезды отражались то в озере, то в глазах, обращенных к небу, чтобы постичь чудеса природы. Рустимо держал курс на остров Розенинзель. Остров принадлежал королю, который распорядился разбить там большой сад и выращивать в нем розы; их мягкий аромат разносился далеко над озером.

— О, моя кузина, наконец-то настала ночь, лишь она одна дает душе покой. Днем я редко гуляю. При свете дня дела выползают из своих нор, тут же сбегаются все министры, и вечно все вращается вокруг одного — вокруг денег! Теперь меня даже вынуждают бросить строить замки! — Свои слова король подкреплял резкими жестами. При росте 1,93 м король был просто великаном, а в последние годы он вдобавок страшно прибавил в весе: лодка закачалась.

Императрица успокоила его:

— Давай не будем отравлять драгоценные часы грустными мыслями. Лучше посмотрим вверх — на звезды, на луну, которая разливает свой ласковый свет!

— Разве ночь не прекраснее дня?

— Да, — согласилась императрица, — день подобен белокурой прелестнице, которая завораживает лишь своей внешностью, тогда как ночь — темноволосая красавица, трогающая сердце.

— Это очень великодушно с твоей стороны — отдавать предпочтение темноволосым.

— Красота ничего не значит, — задумчиво отозвалась императрица. — Но признайся, что днем ты ни за что не погрузился бы в такие приятные мечтания, как сейчас, в ночной тиши.

— Со звездами и луной можно сойтись ближе, чем с солнцем, — промолвил король. — Солнце — благодетель, и, как это часто бывает с благодетелями, ему недалеко до тирании. Луна же... Ее свет так нежен! Неудивительно, что она стала звездой любящих.

— А еще — звездой воров, которые при свете луны взламывают двери, — возразила императрица, рассеянно посмотрев вверх.

Король уверенно продолжал:

— В этом свете все видится по-другому. Взгляни, как бархатисто-черные тени увеличивают каждое дерево, каждый дом.

— Ты прав, я чувствую то же, — отвечала она. — Я люблю луну и звезды и рада пожаловаться на солнце, которое лишает нас всего этого.

— По ночам я часто велю подать карету и отправляюсь в укромные места, где можно подолгу любоваться звездами и планетами. Зимой и того лучше: сажусь в сани — в холодном воздухе звезды сияют еще ярче. Министры тайно прозвали меня «лунным королем». Пускай насмеются! Звезды открывают невиданный простор фантазии! Они — последнее пристанище монархов, которые днем являются рабами своих подданных.

— Не думаешь ли ты, когда смотришь вот так вверх, что и там живут люди — такие же, как мы? — спросила императрица, мечтательно глядя в небо.

— Конечно, — ответил король, — в этом нет никаких сомнений. Но добраться туда можно лишь на крыльях фантазии. Один итальянский поэт, Ариосто, сочинил прекрасную пьесу, герой которой попадает на Луну. Там он оказывается в долине, где находит аккуратно подписанные бутылки со всем, что утрачено на Земле: например, смирением, глубокой верой и разумом.

— Слушай, что-то мы с тобой совсем заболтались! Может, подкрепимся? — предложила королева.

— Давай развернемся и причалим к острову Розенинзель! Это такое тихое местечко. Я приказал разбить там сад — звездный сад.

— Уж не достаешь ли ты там с неба луну, как древние волшебники, чтобы она предсказывала тебе будущее?

— Кабы я мог! Уж я б ее расспросил... — замечтался было король, а потом с улыбкой покачал головой. — Сама посуди: берега островка окаймлены высокими темными деревьями. В середине — загородный дом. Вот я и велел прорубить окошко в аллее с южной стороны, там, где Альпы. Теперь видно горы, а по ночам над ними, словно актер, появляется луна. Разве можно придумать для нее

более изысканные кулисы? На западе, там, где заходит солнце, я тоже велел сделать просвет в кольце деревьев. Он словно темная рама картины, прекрасная сцена для космического спектакля. Как чудесно любоваться там закатом солнца! А какое восхитительное зрелище, когда с наступлением ночи показывается узкий новорожденный месяц!

— А где же твои знаменитые розы?

— Их я велел посадить на востоке, с той стороны, где восходит солнце. Ведь их нежно-розовый цвет и аромат так напоминают рождение розовой зари!

Лодка приближалась к острову, откуда доносился легкий ветерок. Императрица снова посмотрела на небо и погрузилась в свои мысли.

Небосвод отражался в тихих водах и казался их продолжением. Остров, к которому направлялась лодка, вместе со своим озерным отражением образовывал маленькую, освещенную фонарями планету, которая медленно плыла в космическом пространстве.

Открой для себя спутник Земли!

26 Лунный лик

КОГДА: лунной ночью

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: лист бумаги, карандаш, подзорная труба

1. В отличие от других небесных тел у луны как будто есть лицо. Попробуй его нарисовать! Темные пятна раньше считались морями, это название сохранилось по сей день (рис. 17). Но теперь мы знаем, что это огромные базальтовые поля, которые возникли около трех миллиардов лет назад.

2. Примечательно и то, чего мы *не* видим. Судя по всему, на луне нет облаков. Если бы они там были, то хотя бы время от времени закрывали бы части лунной поверхности. Однако этого мы не наблюдаем. На луне непрерывно и беспощадно светит солнце.

3. Знаменитые лунные кратеры невооруженным глазом не увидишь, однако в подзорную трубу они хорошо видны во все фазы кроме полнолуния; чем тоньше месяц, тем заметнее кратеры по его краям. Раньше эти кратеры назывались нейтрально — «кольцевые валы», и вплоть до XX в. не было ясно, откуда взялись такие образования. Исследователи считали их по большей части потухшими вулканическими конусами. Предположение, что это следы падения метеоритов, было неубедительным, так как многие думали, что если бы на Луну так часто падали метеориты, то и Земля была бы сплошь в таких же кратерах.

4. Теперь мы знаем: на Землю тоже часто падали метеориты. Только вот она на две трети покрыта водой, в которой метеориты не оставляют следов, а другие кратеры быстро заживают, потому что Земля, в отличие от Луны, постоянно обновляет свое лицо. К тому же Земля знает способы, как затянуть даже самые глубокие раны. Что же это за способы? Прежде всего круговорот воды, благодаря которому ни один камень на Земле подолгу не остается на другом. Ледниковые периоды тоже постоянно перестраивали ландшафты. Не последнюю роль играет и то, что Земля, в отличие от Луны, проявляет высокую геологическую активность и за счет этого тоже меняет свой облик. Поэтому на Земле лишь несколько заметных метеоритных



Рис. 17. Моря на Луне

кратеров. Один из самых известных находится в Баварии — Нёрдлингенский Рис.

27 Лунный путь

КОГДА: ясным днем или ночью

1. Когда-то луна была другом людей, помогавшим делить время на равные отрезки — в поэтической и в то же время обязательной форме. От полнолуния до полнолуния 29,5 дней. Раньше говорили «луны», «июльская луна», «майская луна» — так, как мы теперь говорим о месяцах. Месяцем мы называем и луну, и временной отрезок; слово «месяц» исторически связано со словами «мерить», «мера». Однако наши месяцы не совпадают с лунным циклом, они представляют собой отчасти политический, отчасти бюрократический, отчасти астрономический конструкт, тогда как луна — естественная мера времени. Хотя она не так четко упорядочивает время, как бумажный месяц, зато чудесным образом его преображает. Каждый вечер, каждая ночь приобретают особые черты, ведь всякий раз луна сияет иначе, по-новому. Раньше наблюдения за лунной имели важное практическое значение. Так, отправляться в ночные походы и на охоту лучше всего в полнолуние: не только потому, что охотник тогда лучше видит, но и потому, что некоторые животные, например кабаны, тоже лучше ориентируются в полнолуние, поэтому именно в такие ночи бродят по лесу.

2. Различные лунные фазы, пятна, которые можно различить на лунном диске, исчезновение луны в новолуние — период, когда луна не видна, ее возрождение издавна привлекали внимание людей. Поэтому о луне в мире существует гораздо больше мифов, чем о солнце, а лунных богов больше, чем солнечных.

3. Луна все еще играет важную роль в жизни многих людей, но в целом она сегодня воспринимается как мало-

значительный атрибут нашего мира, и только самой заметной ее фазой — полнолунием — по-прежнему любуются. Давайте же попробуем узнать луну поближе — она щедро вознаградит наше внимание.

4. Молодой месяц всегда виден вблизи горизонта на западе сразу после заката солнца. Иногда пепельно-серый свет дополняет его светлую поверхность до полного круга (к этому мы еще вернемся). Тогда луна начинает расти и при этом все больше отдаляется от солнца. Если принять за меру вытянутый кулак, то каждый вечер луна будет находиться на два кулака левее. В полнолуние луна оказывается напротив солнца, на востоке; она восходит только тогда, когда солнце уже зашло. И наоборот: луна заходит, когда восходит солнце. Идущий на убыль месяц снова виден только вблизи горизонта, на востоке перед восходом солнца. Когда воздух прозрачен и чист, эти фазы можно увидеть и днем. В период новолуния луна несколько дней не видна.

5. Месяц у нас называют растущим, когда его полукруг напоминает полукруг письменной «Р» и убывающим, когда он выглядит как письменная «С». Растущий месяц находится слева выше солнца на западе, убывающий — справа выше солнца на востоке. Представь, что солнце — это мишень, тогда месяц будет луком, направленным точно в цель.

6. Понаблюдай за полной лунной зимой или летом! Летом она стоит особенно низко, ближе к горизонту, а зимой — особенно высоко. Первый различимый месяц весной стоит особенно высоко, осенью — особенно низко.

7. Для мусульман молодой месяц, т. е. первое появление луны после новолуния, имеет огромное значение, так как они отсчитывают месяцы строго по луне. Вследствие этого праздники не совпадают с определенным временем года, как у нас, а «плавают», поскольку лунные месяцы короче наших месяцев солнечного года. Начало и конец

важных месяцев, особенно месяца поста Рамадана, устанавливаются при обнаружении на небе молодого полумесяца (хилаль). Наблюдатели должны его разглядеть, а это возможно, только когда небо ясное. Если они увидели месяц, пост начинается или заканчивается. Завершение Рамадана знаменует праздник разговения — главный мусульманский праздник. До сих пор ведутся споры, можно ли вместо визуального обнаружения полумесяца, как того требует Коран, использовать расчеты астрономов. Из-за этого различным исламским объединениям в Германии бывает трудно согласовать единую дату начала и конца Рамадана. Солнце играет в жизни мусульман не менее важную, вполне определенную роль: день заканчивается с заходом солнца. Для христиан наблюдение за звездами не является частью их религиозного долга, что объясняется упомянутым выше соперничеством христианского Бога с античными звездными богами.

28 Луна и вода

ГДЕ: на море

1. Между луной и водой много взаимосвязей. С древних времен существует поверье, будто луна приносит дождь. Раньше считалось, что роса тоже льется прямо с луны. В период поздней Античности философы и их ученики-алхимики думали, что луна питается водой, а потом посылает ее, очищенную, обратно на землю. От этих представлений в нашей современной картине мира сохранилось знание о том, что сила притяжения луны вызывает приливы и отливы — лишь оно одно прошло испытание временем.

2. На Средиземном и Балтийском морях приливы и отливы слабые, а на атлантическом побережье они ярко выражены. Каждые 24 часа бывает два прилива и два отлива. В некоторых тропических регионах приливы и отливы происходят только один раз в сутки.

3. Кроме дневного цикла приливов и отливов существует еще месячный, который тоже непосредственно связан с положением луны. За две-три недели летнего отпуска можно понаблюдать за приливом — особенно сильным он бывает в полнолуние и новолуние, когда силы солнца и луны складываются. Такой прилив называется сизигийным. Когда луна находится в первой или последней четверти, приливы и отливы, наоборот, слабые, так как силы солнца и луны действуют в разных направлениях (квадратурный прилив); это характерно для открытого Атлантического океана. В Северном море и других морях эти явления происходят на несколько дней позже; в Балтийском море, которое, как и Средиземное море, почти со всех сторон окружено сушей, приливы и отливы практически незаметны.

4. Кроме этих ритмов есть и другие. Два ежедневных прилива неодинаковы, обычно они отличаются по высоте приливной волны. В течение года также наблюдаются существенные различия. На европейском атлантическом побережье самые высокие сизигийные приливы бывают во время равноденствия (20/21 марта, 22 сентября). Приливы в дни летнего и зимнего солнцестояния, 21 июня и 21 декабря, тоже имеют свои особенности. В эти дни два ежедневных прилива практически одинаковы. Разумеется, высота уровня воды и время прилива зависят и от многих других условий: погоды, формы побережья и т. д.

5. Влияние Луны на приливы и отливы впервые было описано греческими философами Селевком и Посидонием, однако жители морских побережий наверняка обратили внимание на это явление значительно раньше. Приливы и отливы и особенно их изменения в течение месяца и года не только имеют практическое значение, но и могут служить доказательством того, что Земля и Луна вращаются вокруг Солнца. Кроме того, для сторонников астрологии — как в древности, так и сейчас — они являются веским аргументом в пользу их науки. Ведь если Луна так заметно влияет на воду, логично предположить, что и звезды воздействуют на земную жизнь.

6. Уровень воды в крупных озерах тоже колеблется через равные промежутки времени. Вода колышется в них, как в большом сосуде. Как правило, размах колебаний составляет всего несколько сантиметров, поэтому чаще всего они остаются незамеченными. Вызывает их не Луна, а ветры или легкие подземные толчки. Даже прогулочная яхта становится причиной колебаний уровня воды в озере, которые заметны и несколько часов спустя.

29 Предскажи лунное затмение сам!

ОБСТАНОВКА: располагающая к размышлениям

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: календарь

1. Герои комикса «Тим и Штруппи в храме Солнца» попадают в плен к инкам, которые хотят принести их в жертву. Им удается спастись, когда Тим, случайно узнав о солнечном затмении, угрожающе предсказывает его наступление и, к ужасу инков, оказывается прав. Аналогичные описания можно встретить и во многих романах. Эта история потому пользуется такой популярностью, что с ее помощью можно доказать превосходство европейцев. На самом деле солнечные затмения бывают нечасто, и предсказать их крайне *трудно*. Можно сравнительно легко предсказать, *когда* где-нибудь на Земле произойдет солнечное затмение, но *где* конкретно — нужно кропотливо высчитывать. Зато лунные затмения предвидеть куда проще. Когда они случаются, то наблюдать их можно не только в каком-то определенном месте, а на всей ночной стороне Земли.

2. И действительно, однажды лунное затмение спасло европейцев от расправы индейцев. Во время своего четвертого путешествия в Америку Христофор Колумб попал на Ямайку, где индейцы, само собой разумеется, были невысокого мнения об испанцах. Они не просто отказывались приносить морякам еду, но даже пытались на них напасть и убить. Колумб оказался в крайне опасном положении,

но, по счастью, у него, как у любого моряка того времени, был с собой звездный календарь (эфемериды, как называют его специалисты) нюрнбергского математика Региомонтана. По этому календарю в ночь с 29 февраля на 1 марта 1504 г. должно было произойти лунное затмение. Колумб созвал вождей и сообщил им, что его Бог весьма ими недоволен, так как они отказали испанцам в необходимом «гостеприимстве». И если они не изменят своего поведения, его Бог разгневется... Ах, они ему не верят? Так вот, для начала следующей ночью потемнеет луна. Ночью луна была полностью темной и красной, как кровь, а хитрый Колумб объявил перепуганным индейцам, что будет молиться, чтобы его Бог отвел беду, о приближении которой свидетельствует затмение. Незадолго до окончания затмения он сообщил, что его Бог успокоился. Постепенно Луна снова вышла из земной тени. Индейцы поспешно поднесли европейцам обильное угощение.

3. Как можно самим предсказать лунное затмение? Во время лунного затмения Земля загораживает Луне Солнце. Или, другими словами, Луна, если смотреть на нее с Солнца, находится позади Земли, т. е. Земля расположена точно посередине между Солнцем и Луной (рис. 18). Пока что все понятно? Это может произойти только тогда, когда Луна находится точно напротив Солнца, поэтому лунные затмения бывают только в полнолуние. Однако, как показывает опыт, не всякая полная луна, появившись, сделает нам одолжение и вдобавок еще эффектно потемнеет! Давайте разберемся, в чем же дело.

4. Именно этим занялся венский врач и астроном Теодор Эгон фон Оппольцер: со своими помощниками он рассчитал 8000 солнечных и 5200 лунных затмений. Получилось ни много ни мало 243 переплетенных манускрипта, которые впоследствии составили знаменитый «Канон затмений» (замечательное название!) Оппольцера.

5. К счастью, есть одно простое правило — так называемый сарос, или драконический период. Он основан на

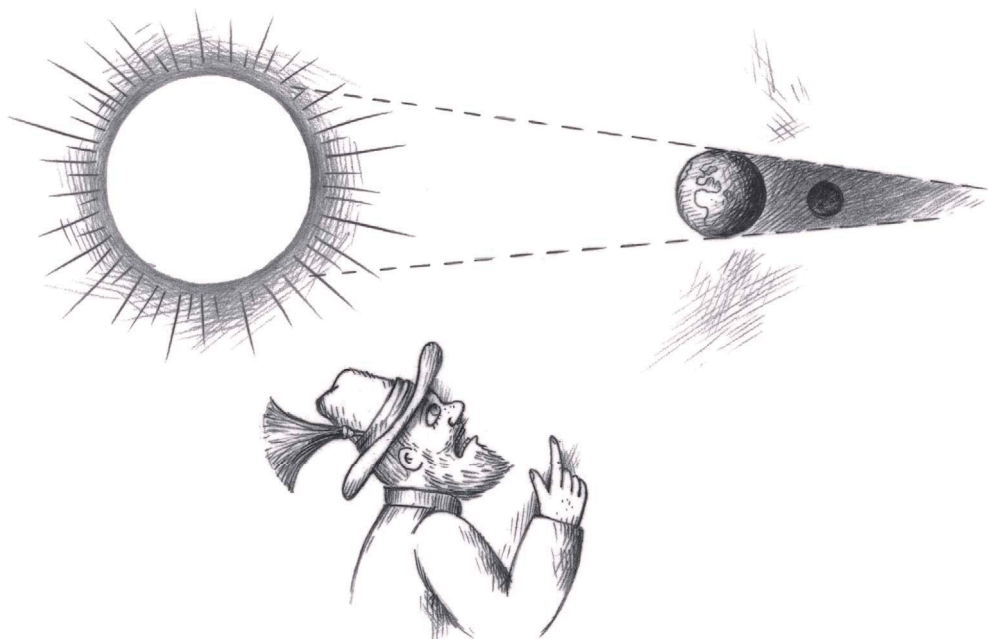


Рис. 18. Лунное затмение

древнем наблюдении, что затмения повторяются через 18 лет и 10 дней. Это не означает, что затмения случаются *только* раз в 18 лет (на самом деле, за 18 лет происходит 41 солнечное и 29 лунных затмений, правда, большинство из них частичные, а не полные); это правило говорит о том, что, увидев однажды затмение, через 18 лет и 10 дней можно с уверенностью ожидать аналогичного.

6. Известно, что солнечные затмения повторяются, но, если основываться только на саросе, нельзя определить, где они будут видны (может быть, только в Сибири или в Египте!). Зато лунные затмения обладают одним положительным свойством: их действительно можно предсказать самим, потому что, *если* уж они наступают, то на Земле их видно везде, где в это время ночь. Следующее полное солнечное затмение жители Центральной Европы увидят только 3 сентября 2081 г. А лунные затмения, наоборот, можно наблюдать гораздо чаще, каждые несколько лет. Как нам их рассчитать? Для этого нужно знать

только точную дату последнего затмения. Например, если 21 февраля 2008 г. в Германии случилось затмение, то можно ожидать, что не позднее 3 марта 2026 г. наступит следующее (а до этого в первые часы 28 сентября 2015 г. произойдет еще одно полное лунное затмение, которое относится к другому периоду сароса). Сарос действует везде, погрешность составляет не более суток.

30 Подсчитай и удивись: диаметр Луны

КОГДА: во время полного лунного затмения

1. Можно ли, находясь на Земле, определить диаметр Луны хотя бы приблизительно? Это и в самом деле возможно, причем без высшей математики и инструментов. Нужно только дождаться лунного затмения. Тот, кто внимательно его наблюдает и делает при этом правильные умозаключения, может на основе этого оценить диаметр Луны. Греческому астроному Аристарху Самосскому удалось это еще 2300 лет назад во время лунного затмения. Луна потемнела, а Аристарха, наоборот, озарило, да еще как!

2. Он обнаружил, что спустя час после первого контакта с земной тенью Луна полностью темнеет. Таким образом, на то, чтобы Луна оказалась в тени по всему диаметру, уходит один час.

3. Потом еще два часа Луна пробирается сквозь земную тень, пока окончательно не выйдет из нее. Из этого Аристарх сделал вывод, что земная тень, т. е. диаметр Земли, в три раза превышает диаметр Луны.

4. Вполне логичный вывод! Однако он основан на предположении, что земная тень имеет цилиндрическую форму. Но это упрощение. Тут-то в результаты расчетов Аристарха и закралась ошибка. На самом деле диаметр Луны составляет лишь четверть земного диаметра.

5. Длина экватора Луны тоже в четыре раза меньше земного. Экваториальный обхват Земли — около 40 000 км. Соответственно, обхват Луны — около 10 000 км. Диаметр Луны ты получишь, разделив это значение на число π ($\pi = 3,14\dots$). Диаметр получится приблизительно 3200 км. Выходит, Луна не такая уж и большая — по сравнению с Землей. Если бы она упала, можно было бы поместить ее на временное хранение в Сахару (рис. 19).



Рис. 19. «Упавшая» Луна

6. Во время всех лунных затмений видно, что земная тень, закрывающая Луну, имеет форму круга. Круглая земная тень на Луне — одно из самых старых и наиболее очевидных доказательств того, что Земля круглая.

31 Подсчитай и удивись: расстояние до Луны

КОГДА: звездной ночью

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: горошина и линейка

1. Сколько времени займет путешествие на Луну? Чтобы это выяснить, возьмем горошину. Если держать ее в вытянутой руке перед Луной, то горошина как раз ее закроет. Вытянутая рука (моя) — это примерно 60 см.

— Ну и что? — спросят некоторые. — Уж не хочешь ли ты нам сказать, что Луна не больше горошины?

— Диаметр горошины — полсантиметра, — отвечу я. — Луну она закрывает, находясь на расстоянии 60 см, — это в 120 раз больше ее ширины.

2. Значит, и расстояние от наших глаз до Луны по теореме Фалеса в 120 раз превышает ее диаметр. Таким образом, диаметр Луны — 3200 км. Если умножить 3200 на 120 и округлить, то получится как раз 384 000.

3. Следовательно, Луна находится от нас на расстоянии примерно 384 000 км. Тот, кто 30 раз в год летает на самолете из Франкфурта в Нью-Йорк и обратно (= 12 400 км), преодолевает такое же расстояние, как если бы один раз слетал на Луну.

32 Пепельно-серая Луна

ГДЕ И КОГДА: на западе после захода солнца, через день-два после новолуния. Это явление можно наблюдать и на востоке незадолго до восхода солнца за один-два дня до новолуния.

1. Однажды прекрасным майским днем я увидел крайне необычную картину: сразу после захода солнца над Луной находились две планеты — Венера и Юпитер. Сама Луна — тонкий-претонкий месяц — висела так низко над Землей, что казалось, будто можно дойти до нее пешком и потрогать. Она располагалась низко на западе, и только ее внешняя правая сторона была освещена. Диск Луны был виден целиком — он был прекрасного лучистого *серого* цвета.

2. Луну озаряет свет, который отражается от Земли, ведь Солнце посылает свои лучи не только на Луну, оно освещает и нашу Землю (рис. 20). Правда, после захода — только те края, что расположены к западу от нас, а именно Атлантический океан. Получается, Луну освещает отраженный земной свет, свет из вторых рук, разноцветный земной блеск!

3. Если смотреть на Землю с Луны, в это время происходит так называемое «полноземие»: Земля купается в лучах солнца на фоне темного ночного неба. Уж если Луна, озаряемая земным светом, представляет собой такое удивительное зрелище, то что говорить про Землю, которая при свете солнца излучает голубоватое сияние, а вокруг нее клубятся белые облака. А ведь с Луны Земля выглядит гораздо крупнее, чем мы видим Луну.

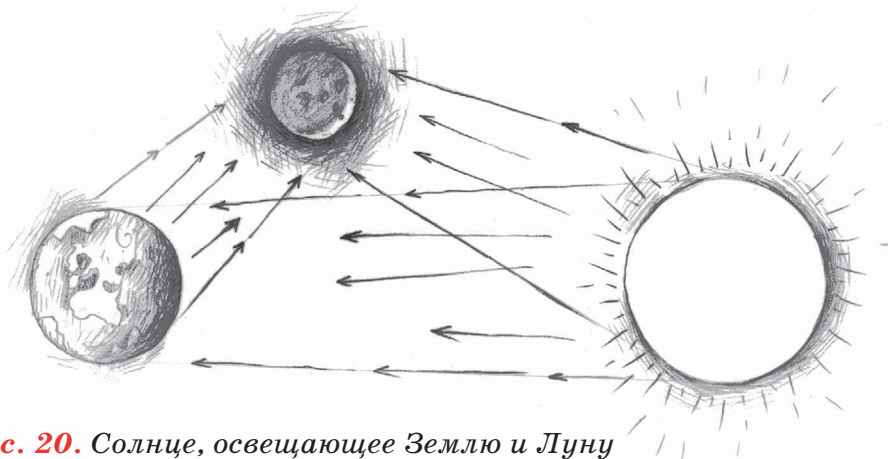


Рис. 20. Солнце, освещающее Землю и Луну

4. Астрономы считают Землю довольно светлой планетой: она отражает около 35% солнечного света. Вполне достаточно для освещения Луны. Когда обращенную к Солнцу сторону Земли закрывают облака, обратное излучение, а значит, и свет, падающий на Луну, особенно интенсивны.

V

ОЗЕРО



V

ОЗЕРО

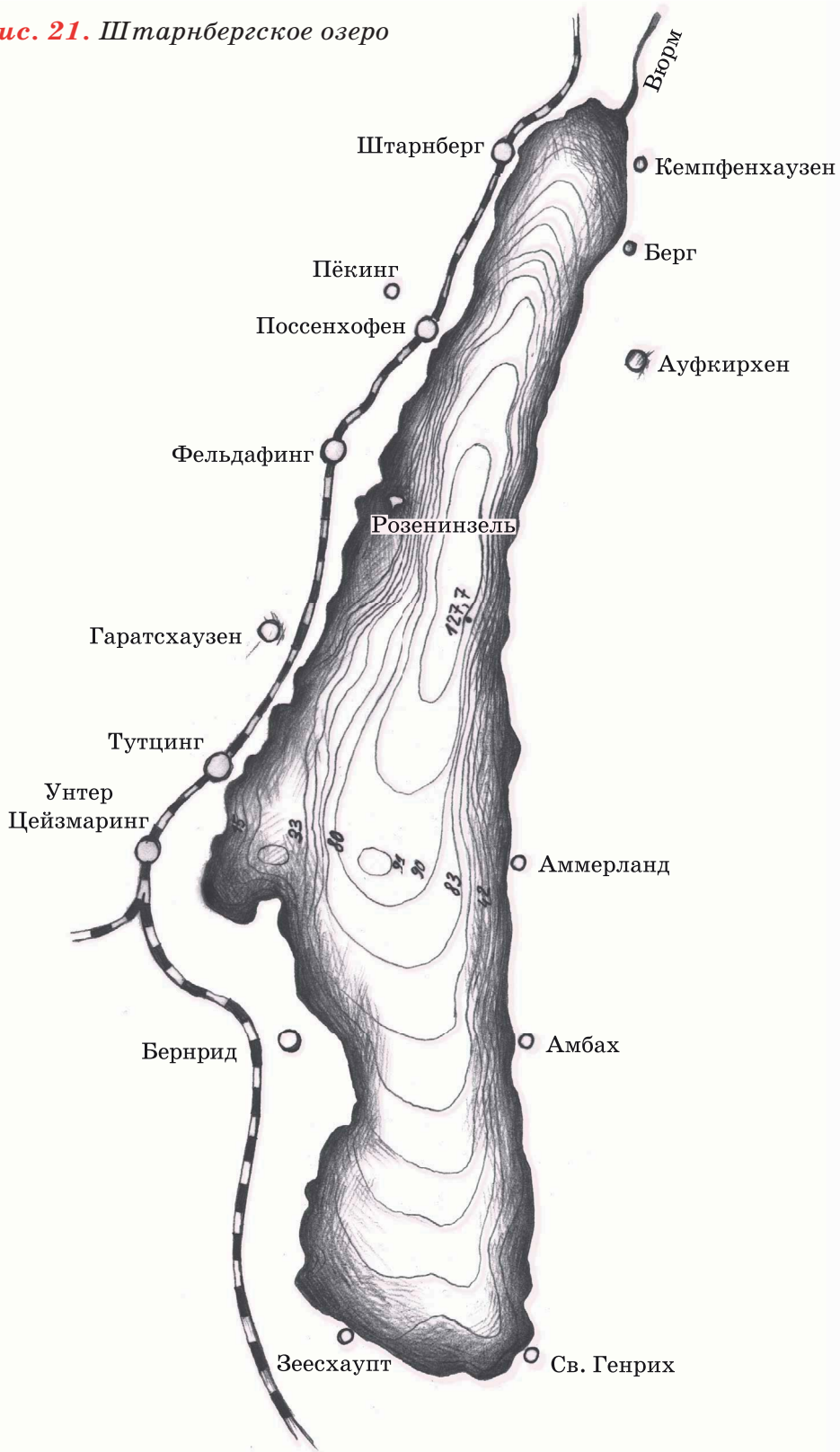
Инопланетянин, решивший отправиться на Землю, не зная местности, по всей вероятности, не приземлился бы, а приводнился, так как вода покрывает Землю более чем на две трети. Так и наше путешествие через космос и землю ведет нас к воде — Штарнбергскому озеру (рис. 21). Это самое полноводное и большое озеро Германии, не считая Боденского озера. Оно на удивление глубокое, в некоторых местах более 120 м, и содержит почти 3 км³ воды. И все же по сравнению с другими крупными озерами нашей планеты Штарнбергское озеро — лишь капелька.

Озеро простирается с севера на юг и занимает 4 км в ширину и 20 км в длину. Таковы результаты измерений, но воспринимается величина озера всякий раз по-разному. Во мгле западный берег кажется далеким-предалеким, берега расступаются, Альпы теряются из виду. Озеро тогда выглядит огромным и необозримым, словно морской залив. А потом вдруг противоположный берег снова оказывается на расстоянии вытянутой руки, все кажется маленьким и тесным, как игрушечный ландшафт.

Слева и справа Штарнбергское озеро окружают холмы, увенчанные часовнями и монастырями. Наибольшей популярностью пользуется северный берег; там находится Штарнберг, и оттуда открывается вид на Альпы за озером. Здесь берет свое начало речка Вюрм и, извиваясь, убегает прочь. У северного берега нас встречают веселое, общительное озеро, у которого всегда хорошее настроение, и болтливые волны.

Совсем другой характер у противоположной южной стороны, где находится селение Зеесхаупт. Деревню окружают маленькие, словно заколдованные озерца Остерзеен, соединенные друг с другом. Их окаймляют заросли тростника и широкие заливные луга, над которыми летом ви-

Рис. 21. Штарнбергское озеро



сит горячая марь. На них, как капельки крови, блестят тут и там темно-красные орхидеи. Здесь озеро живет тихой, безмолвной жизнью, здесь оно само по себе, не заботится о людях, не подставляет им с любезной готовностью мостки и тропинки, а ведет себя коварно и опасно. В камышах между озерами бьют диковинные ключи, путнику легко заблудиться в высоком тростнике. Здесь, на границе Альп, в июле и августе часто бывают грозы, которые разражаются и над озером. У озера две души: одна — древняя, дикая, лукавая — обитает на юге, другая — хорошо воспитанная, аккуратная — создает на севере приятную изысканную атмосферу.

Подобно тому как большое зеркало создает иллюзию, будто комната светлее и выше, чем на самом деле, Штарнбергское озеро визуально увеличивает долину, где оно лежит, делает ее светлее и шире. В сказках озеро часто служит дверью в совершенно иной, фантастический и одновременно жуткий мир. Вот и под приветливо сверкающей, зеркальной поверхностью Штарнбергского озера таится мир, в котором царят свои законы.

Там сформировался биоценоз, практически не зависящий от жизни на суше. Его можно назвать автаркическим, так как все необходимое для жизни он черпает из собственных ресурсов. Зато все живые существа в этом озере гораздо сильнее, чем где-либо еще, зависят друг от друга: то, что попадает в озеро, остается там навсегда. Поэтому озеро — хрестоматийный пример экологической системы, многие общие законы и понятия экологии были сформулированы на основе наблюдений за озерами. То, что на суше необозримо, в озере гораздо лучше поддается исследованию, так как в нем намного меньше живых организмов, а главное — есть четкая граница. В своем известном сочинении «Озеро как микрокосм», которое часто цитируется в литературе, посвященной озерам, американский натуралист Стивен Форбс пишет, что озерный мир более древний и практически изолирован от береговых миров, где живут высшие существа. Даже если бы какая-нибудь катастрофа уничтожила всех сухопутных животных, обитатели озера, по мнению Форбса, заметили бы это

лишь долгое время спустя: «Озеро — это мир, который существует сам по себе, микрокосм, в котором действуют все основные жизненные силы, но в уменьшенной, обозримой форме». То, что установил Форбс, когда исследовал Великие озера в Северной Америке, стало одним из основных положений экологии: живые организмы существуют в биотопах не изолированно, они связаны друг с другом разнообразными отношениями, причем настолько тесными, что мы не сможем понять ни один из этих организмов, не зная других. Без преувеличения можно сказать, что половину своих понятий и положений экология «выловила» из озер. Вблизи Штарнбергского озера, в городе Иффельштадт на Остерзеен, расположен лимнологический — озероведческий — институт. Озеро позволяет не только освежиться, но и дает людям духовную пищу.

Что же делает озеро особым миром? Конечно же, вода. Вода в 775 раз тяжелее воздуха (чтобы легче запомнить: почти в 777!), поэтому удержаться на ее поверхности легче, чем в воздухе. Благодаря этому водные создания затрачивают значительно меньше усилий на развитие опорных органов. Стоит, например, вытащить, из воды водоросль, которая под водой поднимала стебли и распускала листья, как она тут же поникнет, станет напоминать разварившийся овощ.

Но если озера — такие замкнутые миры, не являются ли они особой экспериментальной лабораторией эволюции? В озерах мы можем наблюдать эволюцию в действии, так как там обитает не так много организмов, и ни один из них не выходит на сушу. Может, в каждом озере живут совершенно особые создания, на примере которых мы могли бы проследить действие эволюции? Возможно, в Штарнбергском озере обитают особые рыбы, моллюски или водяные жуки, которые есть только здесь?

Озера на суше подобны островам в море — маленькие ограниченные биотопы, в которых может возникнуть нечто особенное (рис. 22). Не лучше ли было бы Дарвину уютно устроиться на берегу Штарнбергского озера с пивом и кренделем и заняться своими исследованиями там? Разве Штарнбергское озеро и его братья и сестры в пред-

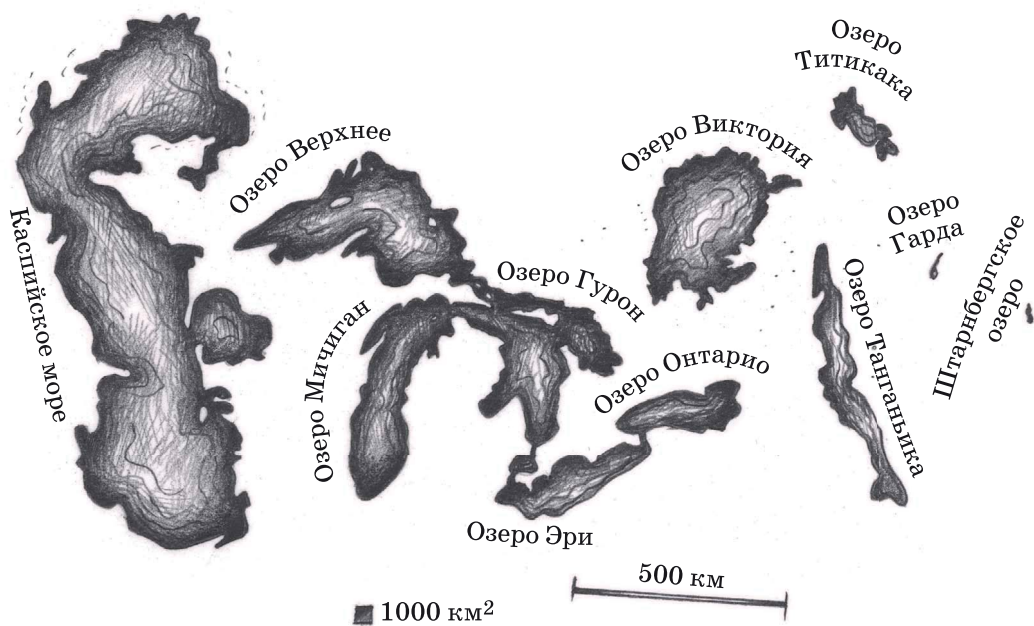


Рис. 22. Некоторые озера

горьях Альп не были бы более привлекательными музами теории эволюции, чем суровые острова Галапагосского архипелага?

В самом деле существуют озера, где происходит собственная эволюция. Это крупные, древние и глубокие озера, в них зародились тысячи видов — улиток, моллюсков и рыб красивейших оттенков, и встретить их можно только там. Одно из таких озер-творцов — озеро Танганьика в Африке (рис. 23). В нем сформировалось так много новых видов рыб, что они, несмотря на интенсивные исследования, до сих пор еще не все известны. В их числе очень поэтичные создания, так называемые цихлиды, изящные пестрые рыбки, которых очень любят наши аквариумисты. Озера *могут* стать великими мастерами эволюции. При условии, что они очень большие и глубокие — только тогда у них есть шанс дожить до старости.

подавляющее большинство озер мелеет, прежде чем в ходе эволюции в них успевают сформироваться хоть что-то, заслуживающее внимания. Биотопы хоть и существу-

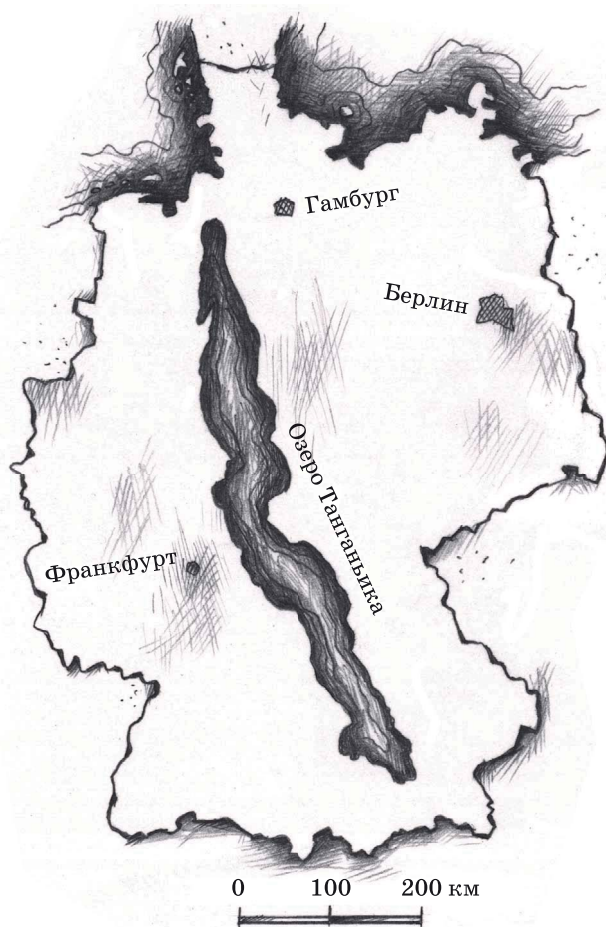


Рис. 23. Озеро Танганьика, длина которого 700 км

ют здесь изолированно от окружающей среды, но, как правило, недостаточно долго для того, чтобы обзавестись собственными уникальными чертами. Единственное, что может там появиться, — особые формы поведения, некоторое своеобразие, но не принципиально новые формы и цвета.

Следовательно, эти озера *могли бы* породить невиданных существ, животных и растения с новыми удивительными свойствами. Но их век слишком короток. Возникает вопрос: как же так, ведь озеро — это не какая-нибудь там

лужа, которая через несколько часов или дней полностью высыхает? Что же может произойти с таким огромным водоемом, как Штарнбергское озеро? Чтобы оно исчезло, туда должны были бы обрушиться целые Альпы.

Именно это и происходит!

Конечно, горы не за один раз сползают в альпийские озера, а постепенно, камень за камнем. Один за другим скатываются они по склонам, бывает, что в озеро их кидают туристы. Как говорится, вода камень точит. То же самое можно сказать и про камни: камень воду полнит. Если в озеро впадают горные речки, то вместе с водой в него попадают камни и ил — «приданое» горы. Озеро черпает оттуда жизненную силу, но вместе с тем принимает и маленькие смертельные пилюли — камни и частички ила, которые со временем его убьют. Но, поскольку Штарнбергское озеро очень глубокое, камни не так скоро смогут причинить ему существенный вред. Нет у него и горных притоков: вода поступает в него из подземных источников и озер Остерзеен, расположенных перед ним. Таким образом, его пища здоровая и практически не содержит камней — это гарантирует ему высокую продолжительность жизни. Озеро Химзе, которое находится неподалеку от Штарнбергского озера, напротив, может, по прогнозам исследователей, исчезнуть уже через 8500 лет из-за перенасыщенной “клетчаткой” диеты — обломков горных пород, которые переносят его притоки.

Даже озеро, которому не приходится бороться с камнями, каждый год становится чуточку менее глубоким и, следовательно, менее жизнеспособным. Камни — не единственные гвозди в крышке гроба озера; останки его жителей тоже не дают ему дышать. Для каждого обитающего в нем животного озеро становится колыбелью, свадебным залом и могилой — всё в одном. Все озерные растения питаются преимущественно одним веществом — углекислым газом. Он хоть и содержится в воде, но источником его является все же воздух, именно оттуда пополняются его запасы. В процессе фотосинтеза растения поглощают углекислый газ, перерабатывают его в листья, цветы и семена и при этом выделяют кислород. А когда растение умира-

ет, частички этого углерода опускаются на дно озера. Растение разлагается, но не полностью: небольшая его часть остается в озере. Береговые растения тоже захватывают озеро: чем больше в нем растений или водорослей, тем быстрее оно мельчает. Постепенно оно затягивается пленкой из водорослей и ряски, под которыми еще есть вода, превращается в болото, потом, возможно, в торфяник, пока не исчезнет окончательно и не станет лесом или вересковой пустошью. Многие болота и пустоши на севере Германии раньше были большими озерами.

А с реками по-другому! Они переносят все, что в них попадает. Они не только глотают, но и переваривают. Они обладают способностью к биологическому самоочищению и могут отодвинуть камни, песок и ил, от которых задыхаются озера. Поэтому реки бывают на удивление старыми. Некоторые из них старше больших морей и многих гор. Так как реки все время меняются и в них постоянно течет новая вода, они могут просуществовать довольно долго. Рейну, например, несколько миллионов лет — он намного старше всех озер Германии! Амазонка — самая большая и предположительно самая старая река в мире. Она существовала еще тогда, когда Землю населяли динозавры. Поэтому в Амазонке огромное количество видов рыб — около 3000; это 10% всех видов рыб, существующих на нашей планете.

Земли погружались в море, на их месте появлялись другие, а Амазонка все текла. Виды возникали и снова вымирали, а Амазонка текла по-прежнему. Амазонка древнее, чем Анды — предположительно очень старый горный массив в восточной части Южной Америки. Появление Анд преградило Амазонке путь к Тихому океану, куда текли раньше ее воды. Поначалу она останавливалась перед внезапно возникшими скалами, штурмовала преграду, ломала ее то тут, то там, но, в конце концов, сдалась и изменила направление своего течения! Такими гибкими бывают реки! Разве можно придумать лучшее доказательство творческих способностей воды, которая всегда найдет неожиданное решение! Теперь Амазонка берет начало в Андах и несет свои воды в Атлантический

океан. Но нам известно, что раньше она текла в противоположном направлении: во-первых, ее верховье шире ее низовья, а во-вторых, в ее верховье встречаются такие виды морских животных, как, например, дельфины и морские крокодилы. Когда-то эти животные попали из Тихого океана в реку, а потом были вместе с ней отрезаны от моря.

По сравнению с реками озера почти всегда относительно молоды. Если озеру более миллиона лет, его уже считают долгожителем, но такое явление, скорее, исключение. В Германии нет ни одного озера такого возраста. Озера в предгорье Альп, к которым принадлежит и Штарнбергское озеро, возникли, как и большинство озер на нашей Земле, только после последнего ледникового периода, т. е. им около 10 000 лет. И им предстоит прожить еще примерно столько же. Слишком мало времени им отведено, чтобы эволюция могла совершить великие дела.

Каждое озеро многое дает людям и животным, которые живут рядом: в холод — тепло, в жару — прохладу. Оно обогащает нашу жизнь бесчисленными созданиями, которых без него бы не было, тайнами, историями и открытиями. А что даем ему мы? Долгое время — вплоть до наших дней — люди приносили жертвы Штарнбергскому озеру, чтобы отблагодарить и ублажить его. В северной части острова Розенинзель был обнаружен жертвенный алтарь так называемой культуры полей погребальных урн, существовавшей 3000 лет тому назад. Там в воде было найдено много затейливо украшенных бронзовых шпилек для волос — типичные женские подношения. За такими жертвами часто скрывалось беспокойство или даже страх. Местным жителям озеро наверняка казалось не только щедрым благодетелем, но и беспредельной силой, которая угрожала каждому: ведь в озере можно и утонуть. Наибольшей опасности подвергаются дети, которые играют на берегу, — особенно если на дне озера галька. Из-за оползней на дне озера возникают водовороты, которые увлекают в пучину даже хороших пловцов, не говоря о маленьких детях. Вероятно, жертвы приносили в первую очередь

молодые матери, которые дарили озеру свои маленькие сокровища — шпильки для волос, чтобы оно не тронуло их ребенка.

Сейчас никто уже не испытывает страха перед озером. Поэтому нам ничего не стоит вместо маленьких сокровищ сливать в озеро сточные воды. Страшным злом для озера стало изобретение современных моющих средств, которые с трудом расщепляются и к тому же содержат фосфаты. В сельском хозяйстве стало использоваться все больше искусственных удобрений, которые вместе с дождем попадали в озеро. Из-за такого загрязнения озеро сильно изменилось с 1950-х гг.; из богатого видами альпийского озера с низким содержанием питательных веществ оно стало неуклонно превращаться в хорошо удобренный, так называемый эвтрофный водоем, но количество видов в нем резко сократилось. В некоторых местах вода окрасилась в красный цвет из-за быстро распространявшихся водорослей; это свидетельствовало о том, что озеро тяжело больно. Оно стало зеркалом, предостерегающим наше общество.

В 1976 г. была проложена кольцевая канализация, с тех пор Штарнбергскому озеру больше не приходится глотать сточные воды. Его растительный и животный мир начал медленно, но неуклонно восстанавливаться. Пик загрязнения озера удобрениями пришелся на 1979 год. В этом году вскоре после ввода в эксплуатацию кольцевой канализации в Штарнбергском озере было зафиксировано 22 вида водных растений. Теперь их снова 35. Меры по защите озера оказались эффективными. Его воды отражают не только горы и бело-синее небо, но и серьезные успехи экологической политики Германии.

Открой для себя воду!

33 Отражения (часть 1)

ГДЕ И КОГДА: на озере или морском мелководье в безветренную погоду

1. Тот, кто считает, что миражи можно увидеть только в пустыне, ошибается. У больших озер в арсенале множество всевозможных отражений — все зависит только от погодных условий. Наиболее активно исследованием таких отражений занимался Альфред Форель, один из основателей лимнологии, на Женевском озере — юго-западном родственнике Штарнбергского озера. Форель сделал открытие, что при определенных метеорологических условиях можно увидеть целые деревни, парящие над озером; такой феномен более вероятен в пустыне, но никак не на берегу водоема. Я и сам наблюдал подобные странные миражи, но не на Штарнбергском озере, а на мелководье у берега Северного моря. Там я видел отражения лодок, рваные, расплывчатые картины, которые постепенно смещались.

2. Водные отражения живут своей жизнью. Мы не можем распоряжаться ими, как зеркалом у себя в ванной. Один видит вдалеке мнимый остров, другой нет — очевидно, только один из всех обладает способностью видеть «царство духов». Так объясняет это миф. С точки зрения естественных наук, мимолетные отражения в воде зависят, во-первых, от погоды — спокойное озеро и отсутствие ветра, во-вторых, от того, под каким углом наблюдатель смотрит на воду. При известных условиях человек небольшого роста может увидеть отражение, которое более высокий человек не заметит или сумеет разглядеть, лишь опустившись на колени.

34 Отражения (часть 2)

ГДЕ: в тени у воды

1. Отражения предметов в воде живые, богатые нюансами, часто загадочные. Одна из странностей, которые можно при этом наблюдать, состоит в том, что отражения косых или горизонтальных линий куда менее четкие, чем отражения вертикалей. Например, деревья на берегу озера распадаются на длинные полосы, а кривые и горизонтальные ветки вода, похоже, вообще не замечает.

2. Заглянем в колодец. Даже при полном безветрии мы увидим, что вода в нем слегка колеблется, хотя никакие животные там не плавают. Может быть, это движения плавающих в колодце микроскопических созданий, которые воспринимает и показывает чувствительная вода? При малейшем дуновении ветра по воде идут круги, наше отражение в ней колыхнется, извивается змеей и расплывается.

3. Мы давно перестали верить в то, что озера — это врата в царство мертвых, или в то, что там живут души умерших. Но, если долго смотреть в воду, погружаешься в состояние, напоминающее сон. Действует ли на нас так сюрреалистическое, далекое от геометрической четкости отражение в воде или то, что она заставляет нас увидеть этот мир по-другому? А может, нас дурманят журчание и плеск воды?

35 Цветочные водовороты

ГДЕ: в лужах после дождя; на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: чистая плоская фарфоровая тарелка, вода из-под крана, баллончик с синими чернилами из перьевой авторучки, одноразовый шприц (из аптеки), бальзамический уксус

1. Несколько лет назад я побывал в Институте потоковедения в Херришриде, посреди Шварцвальда. Научное направление, которое разрабатывает антропософский институт, отличается от других исследований воды. Для сотрудников этого института вода — живая, что проявляется в ее движениях и формах. Их и нужно изучать. Ученые из Херришрида считают свое эстетическое исследование воды столь же прекрасным, как творческое наследие Гете. Они приводят воду в движение, так как полагают, что движение — это сущность воды.

2. Есть один феномен, о котором в Херришриде заботятся как о редком и красивом домашнем любимце, — это водоворот, возникающий, когда в воду падает капля. Для его увеличения в Херришриде используется сложный оптический прибор — десятикратно увеличенное изображение проецируется на стену. Водовороты в затемненном помещении произвели на меня глубокое впечатление. Они настолько красивы и грациозны — просто удивительно, что обычная вода способна на такие причудливые формы, сравнимые с роскошным орнаментом. Для исследователей эти водовороты являются индикаторами качества воды: чем ярче они выражены, тем лучше испытываемая вода.

3. С тех пор как мне продемонстрировали эти водовороты, меня не покидало желание увидеть нечто подобное без всяких приборов. Как-то раз, гуляя во время дождя, я обнаружил, что дождевые капли, падающие в молочно-мутную лужу у дороги (дорожка была посыпана светлым известняковым щебнем), образуют точно такие же рисунки — настолько красивые, что я никак не мог оторваться от этого зрелища. Они выглядели, как цветы, которые распускаются и через секунду-две снова исчезают. После этого всякий раз, гуляя в дождь, я надеялся увидеть это явление снова, но напрасно: по всей видимости, только та единственная лужа на обочине готова была показать мне эти красоты.

4. После многочисленных экспериментов и совета из Херришрида я выяснил, как с помощью простой кухонной утвари можно устроить подобные водовороты.



Рис. 24. Создаем водовороты

5. Возьми чистую фарфоровую тарелку и налей в нее воды, так чтобы дно было покрыто на один-два миллиметра (толщину слоя тебе предстоит определить опытным путем). Подожди немного, пока поверхность успокоится. Достань из перьевой авторучки начатый баллончик с чернилами и, держа его на высоте 10–20 см над тарелкой, капни чернилами в воду (рис. 24). Образуется первый водоворот. Он еще не имеет четкой структуры. Если ты выдавишь еще несколько капелек, водоворот получится более красивый.

6. Разнообразь свои опыты: возьми вместо капли чернил бальзамический уксус, набери его в одноразовый шприц и капни на тарелку. Эти капли распространяются несколько быстрее и порождают похожие фигуры. Этот эксперимент можно варьировать: измени толщину слоя воды или добавь в нее капельку моющего средства. Раствори в воде немного соли или сахара. У тебя получатся другие водовороты. Можешь сделать все наоборот: налей на тарелку тонкий слой бальзамического уксуса (или тонкий слой чернил) и капни туда воды. Или пусть несколько капель воды скатятся с края тарелки на тонкий слой уксуса.

Ты увидишь довольно странные процессы на границе между этими двумя жидкостями.

7. А вот еще один изящный эксперимент: налей в стакан воды из-под крана, дождись, пока она успокоится, и капли туда чернил. Капля медленно опустится на дно, образовав красочный водоворот.

36 Вихревые дорожки

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: та же самая плоская тарелка, что и для прошлого эксперимента, тонкая палочка (например, китайская палочка для еды)

ГДЕ: на кухне

1. Понаблюдав за каплями, можешь осторожно покачать тарелку — так чернила расплывутся в воде, но не смешаются с ней сразу. Теперь опусти палочку в воду до самого дна, проведи ею по широким синим пятнам и ты увидишь еще один прелестный феномен.

2. Маленькие водовороты будто вырываются из палочки то справа, то слева, как следы ног. Если ты присмотришься внимательнее к этому быстротечному явлению, то обнаружишь, что правовращающий водоворот сменяется левовращающим.

3. Вопреки ожиданиям, за палочкой остаются не беспорядочные потоки воды, а новые, неожиданные совершенные формы. «Удиви меня!» — сказал один известный русский балетмейстер танцору, который пришел познакомиться с ним. Есть ли что-то более удивительное, чем разнообразные движения воды?

37 Фрактальные узоры в иле и зубной пасте

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: зубная паста, две крышки от коробок для компакт-дисков, несколько капель воды

1. Когда вода медленно стекает по мелкому илу, образуются причудливые древообразные переплетения. Особенно хорошо они видны во время отливов на отмелях Северного моря. Ты можешь также наблюдать их в ручьях и реках, которые текут по осадочным породам.

2. Похожие узоры ты можешь создать с помощью нескольких капель воды и белой зубной пасты. Зубная паста используется в этом случае вместо ила. Возьми две верхние крышки от компакт-дисков (их не трудно снять) и для пробы положи их друг на друга лицевой стороной кверху. Так они не очень плотно прилегают друг к другу. Этот небольшой зазор необходим для нашего эксперимента.

3. Выдави белую зубную пасту на внешнюю сторону одной из крышек, капни рядом две капли воды и положи сверху другую крышку. Теперь, если ты надавишь на крышку в том месте, где находится зубная паста, а потом отпустишь, чтобы крышки снова разошлись, то там образуются чудесные фрактальные узоры, напоминающие деревце. На границе между зубной пастой и водой они очень чувствительные и изменяются при каждом нажатии пальцем. Разъедини крышки. Более грубые разветвления, образованные зубной пастой, сохранятся, ты даже можешь их высушить.

38 Мини-аквариум

ГДЕ: у окна

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: чистая пустая банка из-под маринованных огурцов

1. В Германии аквариумы завоевали популярность в середине XIX в. Тогда их еще заселяли местными растениями и животными. Лишь со временем в моду вошли тропические рыбки, которые и по сей день резвятся во многих аквариумах. Для нашего скромного временного

аквариума достаточно будет чистой банки из-под маринованных огурцов или стеклянной вазы.

2. Рыбки для аквариума вовсе не обязательны, для начала хватит самого незаметного обитателя водоема. Это та травянисто-зеленая слизистая масса, которая покрывает многие водоросли, когда вытащишь их из воды.

3. Это нитчатка — примитивное, но по-своему совершенное растение. У нитчатки нет ни корней, ни цветов, ни листьев, нет даже клеток, выполняющих специальные функции: каждая клетка делает то же, что и другие.

4. Помести нитчатку вместе с озерной водой в свой аквариум. Зеленая масса вначале опустится на дно. Если ты поставишь аквариум или банку из-под огурцов на солнце, эта масса поднимется: на нитчатке образуются пузырьки газа, которые поднимают растение вверх. Эти пузырьки — кислород, вырабатываемый нитчаткой.

5. Пусть банка постоит несколько дней. Скоро в ней начнется полноценная жизнь: появятся дафнии, расплозится нитчатка, покажутся маленькие улитки. Очевидно, в нитчатке скрывались различные микроорганизмы и яйца. Даже если ты ничего больше не станешь делать — просто оставишь банку из-под огурцов на несколько недель на свету, каждый раз ты будешь замечать что-нибудь новое.

39 Увидеть привычное новыми глазами: почему в озере можно плавать?

ГДЕ И КОГДА: во время купания в озере

1. Самый простой ответ на вопрос, почему в озере можно плавать, заключается в том, что нам никто и ничто в этом не препятствует. Это-то и поразительно. Разве не странно, что пловец может свободно перемещаться в озе-

ре, не запутываясь то и дело в разных растениях? В лесу мы не можем так свободно передвигаться. Здесь приходится постоянно обходить стволы деревьев, а ноги путаются в зарослях ежевики. По сравнению с крепкими, покрытыми шипами, одревенелыми растениями на суше водные растения весьма скромные. Чем это объясняется? Ведь, казалось бы, раз жизнь зародилась в воде, растительная жизнь здесь должна быть намного богаче и разнообразнее, чем на суше. Почему же это не так?

2. Вода отражает солнечные лучи эффективнее, чем воздух. В этом легко убедиться: глубокие воды кажутся темными, на глубине нескольких метров уже не разглядеть дна. А землю видно с самолета с высоты нескольких десятков километров, даже из космоса! Значит, вода во много раз сильнее поглощает свет, чем воздух. Это-то и сдерживает растения: в воде им не хватает света. Чтобы расти и развиваться, растениям необходимы минеральные вещества, а они есть только у самого дна. Перед растениями встает дилемма: внизу, на дне, есть питательные вещества, но нет света; наверху есть свет, но питаться там практически нечем. Чистая вода содержит очень мало питательных веществ: тот, кто попытается вырастить растение в вазе без удобрений и гумуса, соберет крайне скудный урожай.

3. Количество растений на суше во много раз превышает количество живых существ в морях и озерах. То же можно сказать и о животных, поскольку они питаются растениями. Вообще суша заселена намного плотнее и жизнь там гораздо интенсивнее, чем в воде. Суммарный вес живых существ, которые вырастают за год в море, не превышает 20–30 г на квадратный метр. Это преимущественно микроорганизмы. Другое дело суша: даже на скудных землях на 1 м² приходится один килограмм биомассы, средняя же биомасса на один квадратный метр составляет 6 кг. А в некоторых местах биомасса достигает 100 кг на квадратный метр! На суше «жизнь кипит» сильнее, чем в воде, где во многих местах она на ладан дышит.

Только у берегов глубоких озер и морей живых существ относительно много. Близость побережья и почвы обеспечивает их питанием. Но глубокие открытые океаны — настоящие пустыни! Именно благодаря этому в морях и озерах мы можем плавать так, как захотим — в любом направлении. Именно поэтому озера и моря голубые, а не зеленые, как следовало бы ожидать. Некоторые думают, что в глубинах морей и водоемов таятся неисчерпаемые пищевые резервы, которые могли бы прокормить голодное растущее человечество. Судя по всему, напрасные надежды!

40 Согревающая вода

ГДЕ И КОГДА: у реки или на озере поздней осенью или зимой, утром после резкого падения температуры

1. Обычно вода охлаждает — намкнув, мы быстро замерзаем. Вода, испаряясь, забирает тепло нашего тела. Летом вода, как правило, холоднее воздуха, потому что ей требуется значительно больше времени, чтобы прогреться. Зато она сохраняет тепло намного дольше, чем воздух! Осенью и зимой реки и озера действуют как отопление: благодаря им холод ощущается не так сильно.

2. Косвенным подтверждением этого факта является то, что на берегах крупных европейских озер и рек возделываются в основном теплолюбивые растения, например виноград и фрукты. Иногда согревающий эффект рек и озер можно наблюдать и непосредственно. Когда в конце октября или в ноябре температура воздуха по ночам резко падает, над реками и озерами часто клубится пар. Но когда от воды идет пар? Только если она значительно теплее окружающей среды! В октябре вода начинает терять летнее тепло и тем самым ослабляет действие холода. Водяной пар в воздухе действует так же. Если бы не смягчающее, уравновешивающее влияние воды, Земля была бы то раскаленной, то холодной как лед.

3. Зимой озера и реки, от которых идет пар, представляют собой ни с чем не сравнимое по красоте зрелище; по ночам часто выпадает иней, тогда вода между покрытыми белым инеем деревьями кажется живым существом, у которого на холоде идет пар изо рта.

41 Подсчитай и удивись: пресноводные ресурсы Земли

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: бутылка воды

1. Озера занимают сравнительно небольшую часть суши — в общей сложности не более 1,8%. Однако в странах, на рельеф которых повлиял ледниковый период, например в Финляндии, доля озер выше — 12%.

2. Большую часть водных ресурсов Земли составляют соленые воды — на их долю приходится 97,5%. Если

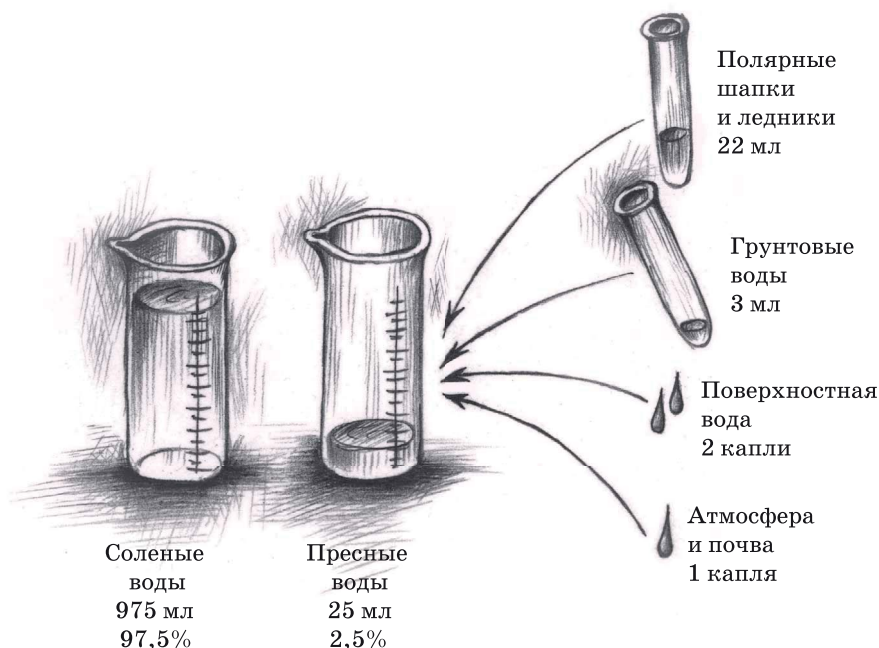


Рис. 25. Соотношение соленой и пресной воды

представить, что вся вода на Земле — один литр, то доли пресной воды в нем хватило бы лишь на один глоток. Это был бы даже не глоток, а, скорее, мокрый кубик льда, потому что основная часть пресной воды на Земле хранится в ледниках и ледяных щитах. Вода рек и озер была бы лишь парой капель. Наша картинка наглядно демонстрирует, что питьевой воды на Земле очень мало (рис. 25).

42 Подсчитай и удивись: наш расход воды и Штарнбергское озеро

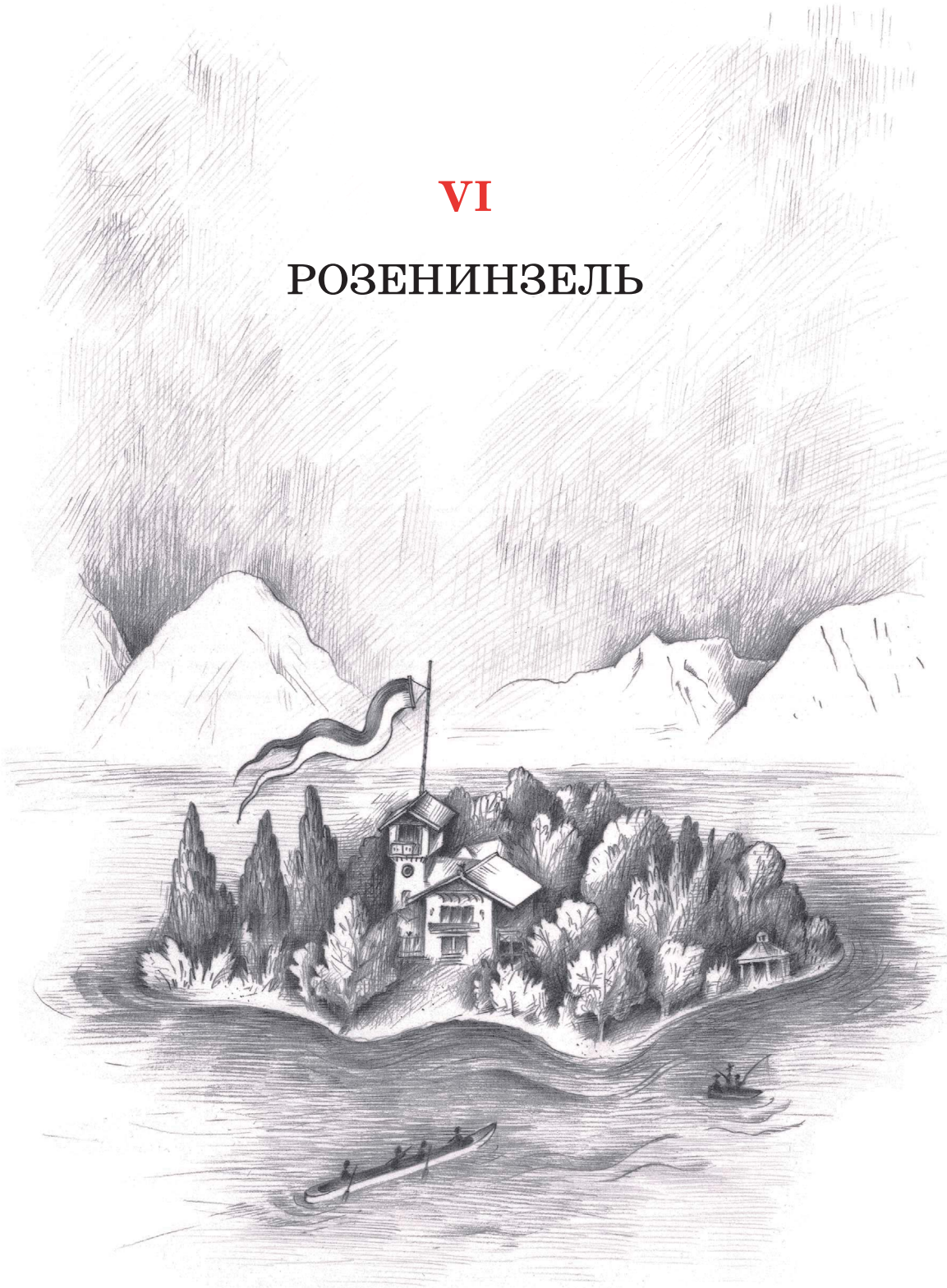
ГДЕ: на берегу озера

1. Штарнбергское озеро, самое полноводное озеро Германии, содержит почти 3 км^3 , или 3 млрд м^3 , воды. Представим, что это единственный в Германии источник питьевой воды. Как долго мы смогли бы прожить? В настоящее время каждый житель Германии расходует в среднем 115 л , или 115 кг , воды в день. В США — почти в три, а в Дубае — в четыре с лишним раза больше! В Индии же людям приходится довольствоваться 25 л воды в день.

2. Но вернемся к Германии. Каждому из нас требуется $41\,975 \text{ л}$ в год, т. е. почти 42 м^3 , или 42 т , воды. Немало! А в Германии чуть более 82 млн жителей. В год они потребляют 3444 млрд м^3 воды, т. е. $3,444 \text{ км}^3$. Это больше, чем объем воды в Штарнбергском озере!

VI

РОЗЕНИНЗЕЛЬ



VI

РОЗЕНИНЗЕЛЬ

Подобно картине, у каждого острова есть рама, приборой обрамляет его, как драгоценное украшение. У каждого острова своя особая аура — на материке она ощущается намного реже: там особенности пейзажа теряются на фоне других ландшафтов, где один холм похож на другой, как две капли воды.

Некоторые острова настолько своеобразны, что на них обитают живые существа, которые есть только там, — так называемые эндемики. На Розенинзеле мы такого не обнаружим — он расположен слишком близко к берегу. И все же это уникальный уголок земли. Здесь находится сад, а в нем несколько тысяч розовых кустов. Когда они цветут в июне, их аромат разносится далеко над озером и ощущается даже на берегу.

Островов на Земле бесчисленное множество — особенно большое их скопление наблюдается в двух регионах Земли: вокруг Канады на севере и Австралии/Индонезии на юге. Географы различают континенты и острова. Но почему, собственно? Ведь континенты тоже омываются морем. Есть *только* острова — одни больше, другие меньше! И это настоящее счастье! Не только для тех, кто ищет на островах покой, но и для жизни вообще.

Розенинзель на Штарнбергском озере — королевская идиллия, созданная династией Виттельсбахов. Король Баварии Максимилиан II купил его у семьи рыбаков и приказал выстроить там загородный дом и разбить парк с розарием. Потом остров перешел по наследству к его сыну Людвигу II, который охотнее всего проводил время именно там. Этот монарх был крайне нелюдим, он ненавидел Мюнхен и обожал свои замки, которые строил либо посреди озер, либо на горных вершинах. На острове Розенин-

зель он встречался с Рихардом Вагнером и своей кузиной, императрицей Елизаветой Австрийской.

После загадочной смерти Людвига — он утонул, преследуемый психиатром, у восточного берега Штарнбергского озера — имение и парк пришли в запустение. С тех пор люди на Розенинзеле жили лишь время от времени. Только в 2000 г. королевский загородный дом начали восстанавливать, и остров стал доступным для туристов. Были посажены сотни розовых кустов — те самые старые виды с сильным ароматом, которые уже росли там в XIX в. Когда ветер дует с востока, их аромат достигает самого берега.

Острова делают нас счастливыми именно потому, что на них мало что есть. Это дает стимул к творчеству.

Это относится и к тем растениям и животным, которых занесло на острова. Здесь, в отличие от материка, никто не навязывает им определенную роль, и они могут открыть себя заново. Что они и делают! То, что для нас, торопливых посетителей острова, — мимолетное, часто отрадное впечатление, для выброшенных на берег животных и растений — начало новой жизни. Они приобретают другие привычки, питаются по-другому, ведут себя иначе и в конце концов меняются. Конечно, это возможно только при условии, что общество, которое окружает животных на острове, существенно отличается от среды материка, с которого они пришли.

Кроме того, животным нужно время на адаптацию на протяжении многих поколений, и чтобы им при этом никто не мешал. Такие условия в чистом виде есть только на островах, которые находятся очень далеко от берегов. Там образуются уникальные биоценозы, состоящие из потомков тех, кто потерпел кораблекрушение и был выброшен на берег. Семена растений принес ветер, животные могли попасть на остров во время урагана или приплыть на плавучем бревне.

Для того чтобы всего лишь одна пара ящериц оказалась на затерянном в бескрайнем океане острове, понадобится цепь почти невероятных совпадений. Возможно, эта

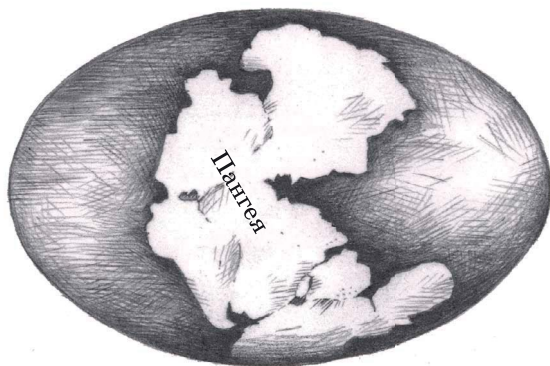
пара выживет, обзаведется потомством, которое будет постепенно расселяться по всему острову и создаст на нем новое царство ящериц. Однажды поэтически одаренный потомок тех ящериц мог бы написать героический эпос о двух первопроходцах, по увлекательности и фантастичности ничуть не уступающий великим мифам мировой литературы. Но, поскольку ящерицы и другие островные животные не были склонны к поэзии, их неслыханные истории, к сожалению, так и остались невоспетыми. Туристы, которые на одном из Канарских островов видят, как по стене прошмыгнула ящерица, даже не подозревают, что перед ними — потомок Робинзона-Одиссея.

Живое существо, выброшенное на остров, должно попытаться заново найти себя, привыкнуть к новой пище, новой среде обитания, новым опасностям — иначе оно умрет ранней одинокой смертью. Поэтому острова — места творческие не только с психологической, но и с биологической точки зрения: оазисы обновления в океане конформизма.

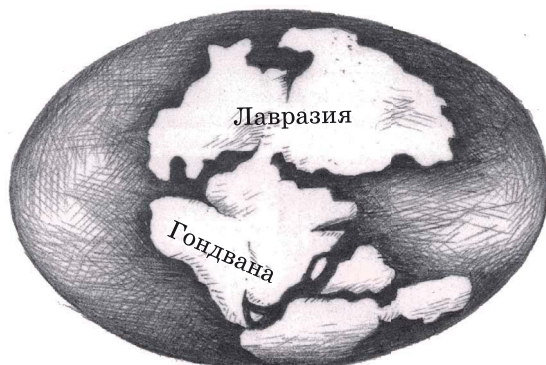
Чем дальше остров от материка, чем он старше, тем своеобразнее живущие на нем животные и растения. На некоторых островах количество существ, которые есть *только там* и больше нигде в мире, превышает количество животных и растительных видов, которые встречаются и в других местах. Действительно, каждое десятое место, объявленное ЮНЕСКО всемирным природным наследием, расположено на острове или является островом. Лучший способ повышения биологического разнообразия — разорвать всю имеющуюся в распоряжении сушу на крупные и мелкие кусочки и разбросать их в океане. Именно так поступила матушка Земля 200–300 миллионов лет назад в пермский период.

В то время существовал единый суперконтинент, который геологи окрестили Пангея — «Всеземля». Пангея включала всю сушу, это была единая земля, со всех сторон омываемая океаном. Грандиозно, да? Однако между живыми существами на этом суперконтиненте существовала жесткая конкуренция: выживал лишь тот, кто был силен, агрессивен и мог передвигаться где угодно.

Земля 250 миллионов лет назад



...200 миллионов лет назад



и 65 миллионов лет назад



Рис. 26. Геологические формации Земли

Пангея просуществовала недолго: огромный континент раскололся надвое, Антарктика и Австралия, связанные поначалу, разъединились, Европа и Африка отделились, Северная Америка и Европа разломилась, Южная Америка оторвалась от Африки и пустилась в дрейф (рис. 26). Современный облик Земли, к которому мы привыкли, — разрозненные обломки Всеземли. О том, что когда-то эти части составляли единое целое, свидетельствуют различные геологические формации, которые можно совместить, как строки текста на разорванной бумаге.

Разделение происходило не сразу, а постепенно. В трещинах образовались новые моря, которые все увеличивались и увеличивались. Как плавучие острова, отдалялись друг от друга части суши, пока совсем не пропали из виду, и прихватили с собой, как Ноев ковчег, в качестве груза бесчисленных тварей, которые с тех пор начали развиваться по отдельности. То, что суша во многих местах прорезана морями, очень благоприятно сказывается на биологическом разнообразии: ведь там, где есть естественные границы, могут выжить и те, у кого при неограниченной конкуренции почти, а то и вовсе не было шансов.

«Талант зреет в тиши, характер закаляется в бурях жизни», — сказал Генрих фон Клейст. Слова поэта вполне применимы и к эволюции живых существ.

Большая единая суша усиливает конкурентное давление, как возникшая после падения Берлинской стены в Германии глобализированная рыночная экономика. Все соперничают друг с другом. При такой обстановке в борьбе за выживание побеждают закаленные, конкурентоспособные «характеры». А уединенные острова предоставляют убежище оригинальным талантам.

Конечно, если бы вся суша, как в пермский период, сосредоточилась в одной части земного шара, она была бы намного обозримее. Это сильно упростило бы уроки географии! Но со временем огромный, окруженный водой праостров разделился на шесть островов поменьше — континенты Азию (с Европой), Африку, Северную и Южную Америку, Австралию и Антарктику — и тысячи еще более мелких островов, которые, как гирлянды, окру-

жают эти континенты, и мир стал гигантским архипелагом — знакомым нам обликом теперешней Земли. Хотя это и осложняет дело, однако доведенный до крайности островной принцип имел большие преимущества для видового разнообразия. Только благодаря этому в Австралии сохранились многочисленные виды сумчатых животных, только благодаря этому млекопитающие Южной Америки так уникальны, и только поэтому там так много видов птиц.

Первыми крупными островами — континентами, отделившимися от Пангеи, стали Антарктика и Австралия. Некоторое время они еще тесно примыкали друг к другу. Потом Антарктика со всей своей флорой и фауной отдрейфовала к южному полюсу, где ее живой груз вскоре замерз и покрылся ледяным саваном. Краешку суши удалось отцепиться от двигавшейся в роковом направлении антарктической глыбы, резко повернуть к экватору и таким образом спасти своих обитателей от обледенения. Этот краешек суши стал Австралией. На борту находились довольно древние существа. Надежно изолированные на другом конце света, некоторые из этих видов дожили до наших дней. Поэтому в Австралии и сейчас есть утконосы — клоачные, переходная форма между рептилиями и млекопитающими. Сумчатые животные тоже сохранились только в Австралии. Сходные особенности обнаруживают и другие материки, которые, как и Австралия, рано превратились в острова: это прежде всего Южная Америка и мини-континент Мадагаскар.

Поскольку первоначальный единый мир, Всеземля, был разорван на части и клочки суши рассеялись по океану, сегодня мы можем наблюдать огромное видовое разнообразие. Однако оно находится под угрозой: моря больше не являются преградами. Со временем все континенты и даже самые уединенные острова были заселены людьми, которые явились не одни, а принесли с собой или занесли, как инфекцию, свои полезные растения, животных и насекомых. В результате биологические чудеса и культурные особенности, обусловленные универсальным «обострением», стали исчезать.

Еще в XIX в. британский натуралист Альфред Уоллес продемонстрировал разрушительное влияние человека на природу на примере острова Святой Елены — того самого крайне уединенного острова, куда державы-победительницы когда-то сослали Наполеона. Никакой другой остров на Земле не изолирован так, как остров Святой Елены. Он был открыт 21 мая 1502 г. португальскими мореходами под предводительством Жуана да Нова. Когда они впервые ступили на его землю, увидели перед собой настоящий райский сад — густые леса, где не водились ни хищные звери, ни даже ядовитые насекомые. Поскольку 21 мая по римским святцам отмечается день святого Константина, остров был назван в честь святой Елены — матери-христианки римского императора Константина. Моряки обнаружили в долине пресную воду, деревья со съедобными плодами и эбеновые деревья. После короткого отдыха португальцы продолжили свое путешествие, оставив на острове по тогдашнему обычаю пару коз на убой — для тех, кто придет после них.

Козы хорошо себя чувствовали на острове Святой Елены, активно размножались и вскоре опустошили весь остров. Бесчисленные уникальные растения навсегда исчезли в их желудках. Козы вырвали целые страницы из книги эволюции, прожевали их и переварили. Лес больше не рос — козы поедали все молодые побеги, а дождь смывал обнаженную почву. Из редких видов, населявших когда-то остров, сейчас сохранились лишь некоторые, оставшиеся на недоступных для коз крутых горных склонах.

Не только животные и растения стали жертвами побочного эффекта глобализации — творения культуры, сохранявшиеся на протяжении нескольких тысячелетий, сегодня тоже находятся под угрозой. Так, наибольшее языковое разнообразие наблюдается в тех местах земного шара, где много островов. В настоящее время существует около 7000 различных языков. Острова вносят огромный вклад в это многообразие — больший, чем однородные континенты.

Острова становятся убежищем и спасением. На их берега выбрасывает тех, кто давно потерял всякую надежду. Совершив путешествие по бескрайнему океану, мы снова вернулись на остров Розенинзель, где нашел приют Людвиг II, мечтательный легендарный король. Здесь, в башне своего загородного дома, он наконец-то обрел душевное равновесие.

И быть может, Розенинзель — это последнее, что он видел с противоположного берега, когда, преследуемый специальной комиссией под предводительством психиатра, в отчаянии бросился в озеро.

Открой для себя землю!

43 Измерить длину береговой линии

ГДЕ: на пляже

1. Розенинзель отделен от озера побережьем. Какова протяженность этого побережья? Мы могли бы измерить его длину шагами — если бы шаги были одинаковыми, то получился бы более или менее воспроизводимый результат. Однако береговая линия имеет массу мелких изгибов и разветвлений. Чтобы измерить их, нам пришлось бы уменьшить шаг. Как выбор масштаба влияет на результат? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к модели Розенинзеля (рис. 27).

2. Для измерения этой модели мы использовали три разных масштаба: 100-метровый — так сказать, огромные шаги, 50-метровый и 25-метровый.

3. Посчитай, сколько раз масштабный отрезок укладывается в каждом из трех рисунков (см. рис. 27), расположенных друг под другом, и сравни результаты. Разве не удивительно, что при уменьшении масштаба длина побережья увеличивается? А если бы мы использовали сантиметровый или миллиметровый масштаб?

4. Ты, должно быть, думаешь, что это просто модель, — уж научная-то география наверняка знает, как точно измерить длину береговой линии. Но такого способа нет!

5. Альбрехт Пенк, австрийский географ, еще в 1894 г. занялся измерением побережий, но все больше и больше

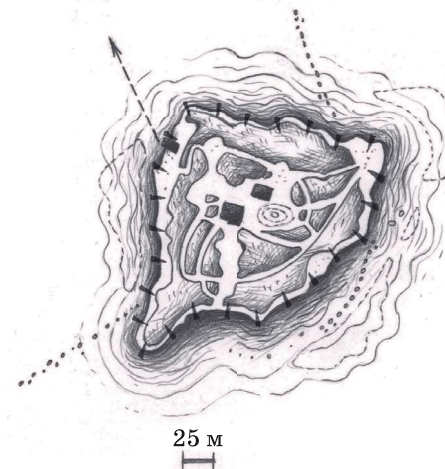
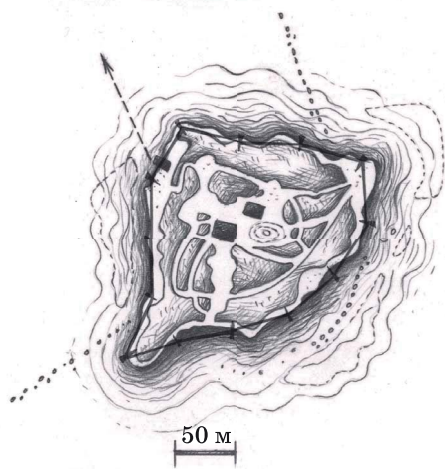
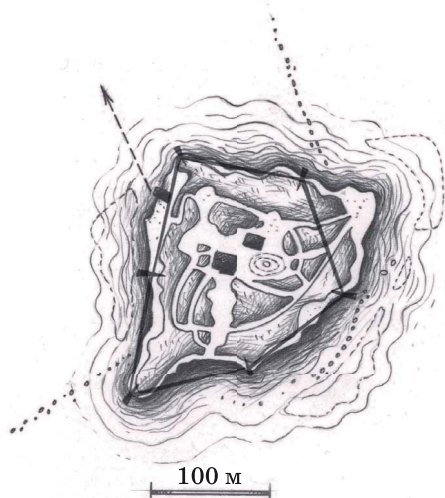


Рис. 27. Измерение Розинзеля

начинал сомневаться, возможно ли вообще объективно измерить эту, казалось бы, четкую линию. Пенк исследовал не Розенинзель, а побережье одного полуострова в Адриатическом море, который тогда еще принадлежал Австрии. В его распоряжении были шесть карт разных масштабов. Он измерил длину побережья на всех шести картах и обнаружил, что на крупномасштабной карте (1:15 000 000) она составляет 105 км, а на мелкомасштабной (1:75 000) — 223,81 км, т. е. почти в два раза больше! Пенк отметил, что даже самая точная карта не способна передать все мелкие изгибы побережья: «Когда стоишь на берегу, — писал он, — то видишь, как извилистая кромка зеркального моря обрывается у изрезанных, подмытых скал, и вдруг замечаешь, что граница между водой и сушей меняется с каждой волной. В таких местах легко убедиться в безнадежности попыток определить точную длину одной из самых важных линий земной поверхности...».

6. Протяженность побережья можно определить лишь приблизительно — абсолютно точного результата мы не получим. Какова длина береговой линии Розенинзеля «на самом деле», нам неизвестно. Мы знаем только, какая длина получится, если измерить эту линию определенным образом. Если берег сильно изрезан, то значения, полученные разными методами, могут существенно различаться.

7. У тебя есть все основания сомневаться, существует ли береговая линия вообще! Каждый, кто бродит босиком по прибрежной гальке, изменяет форму побережья. А после сильного дождя или бури оно будет выглядеть совсем иначе. Пожалуй, более подходящее слово для него — береговая *лента*, так как линий в природе нет — они существуют только в человеческом воображении. Береговая линия — упрощение. И это притом, что граница между водой и сушей — наиболее четкая из природных границ! Все остальные еще более размытые.

8. Естественные науки основаны на упрощении — и это хорошо и правильно. Но не стоит принимать упрощен-

ное изображение за действительность. С географическими картами надо быть осмотрительнее! Дороги не такие прямые, как выглядят на карте. Карты почти всегда заставляют нас недооценивать расстояние. В действительности путь всегда длиннее и труднее, чем кажется на карте.

44 Суша и вода

ГДЕ: на острове

1. Розенинзель занимает 2,5 га — по сравнению со Штарнбергским озером, площадь которого составляет 56,35 км², или 5636 га, он просто крохотный! Розенинзель в тысячу раз меньше озера. Но в одном он *превосходит* озеро: растительность на нем гораздо пышнее, чем в воде. Как мы уже выяснили, на суше биологическая продуктивность выше, чем в воде.

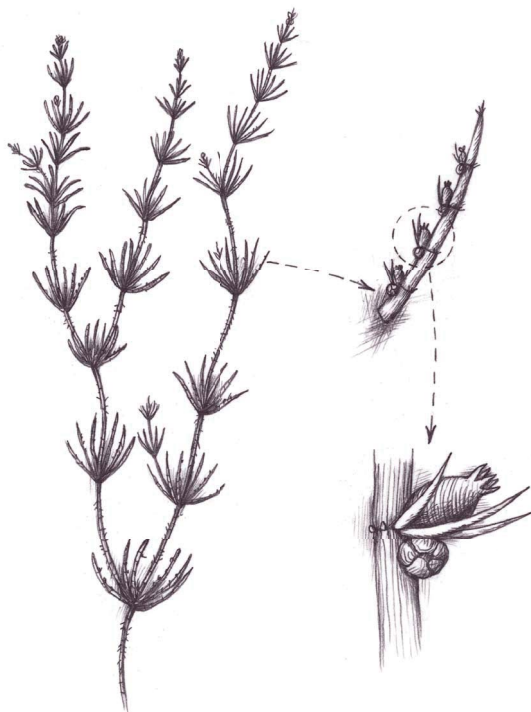


Рис. 28. Харовые водоросли

2. Бросается в глаза и то, что на суше значительно больше *видов* растений. Даже если не считать искусственно посаженные! В озере, как мы убедились на предыдущей станции нашего путешествия, обитают около 30 различных видов водных растений. На острове даже неспециалист сможет различить вдоль дороги 50, а то и больше видов дикорастущих растений: травы, мхи, лишайники, папоротники, цветковые растения, кустарники и деревья — пусть он и не знает всех их названий. Этот результат можно обобщить. Природа так распределила виды, что в воде их оказалось намного меньше, чем на суше. Объясняется это прежде всего многообразием цветковых растений и, следовательно, большим количеством насекомых. Если же учитывать только позвоночных животных, то здесь вода не отстает от суши: каждый второй вид позвоночных — рыба.

45 Островные эндемики

ГДЕ: в магазине строительных и хозяйственных товаров, зоомагазине

1. Даже среднестатистический потребитель, который всегда считал себя равнодушным к растениям и животным и интересовался только наиболее выгодными предложениями, пользуется биологическим разнообразием — пленящими своей красотой дарами островов. Например, он покупает в садовом отделе магазина строительных и хозяйственных товаров кустик хризантемы, чтобы украсить свою веранду. При этом он, возможно, думает о талантливых садовниках, вырастивших такие красивые цветы. Этими садовниками были острова: кустовая хризантема — один из многих прекрасных «бонусов» эволюции, которыми мы обязаны островам. Родина кустовых хризантем — Канарские острова. Там и только там обычная хризантема, семя которой буря перенесла через море, спустя несколько столетий превратилась в цветущий

кустарник. Певчая канарейка тоже оттуда. Кокосовая пальма — символ острова — также сформировалась на островах, в юго-восточной азиатской части Тихого океана.

2. В зоомагазинах продаются декоративные рыбки. Они тоже родом с островов, если считать реки и озера жидкими островами в море песка, земли и камней. Древние внутренние воды, например озера Малави и Танганьика, — это целые миры с собственными жителями. Многие из тех аквариумных рыбок пестрых переливчатых оттенков, которые продаются в зоомагазинах, — эндемические виды из изолированных тропических водоемов.

46 Подсчитай и удивись: сколько земли нужно человеку?

ОБСТАНОВКА: располагающая к размышлениям

1. Русский писатель Лев Толстой в 1885 г. опубликовал рассказ, в котором житель степей предлагает жадному крестьянину принять во владение столько земли, сколько он сумеет обойти пешком от рассвета до заката. Крестьянин соглашается, встает с восходом солнца, бодро шагает, в полдень ускоряет шаг, потом переходит на бег, под конец, когда солнце уже садится, бежит все быстрее и у самой цели в изнеможении падает. Замертво. Батрак его хоронит, и нужно ему для этого, как написано в рассказе, всего-навсего «шесть аршинов» земли.

2. Сколько земли требуется нам, людям? Зависит от того, как мы ведем хозяйство. Охотникам и собирателям нужно очень большое пространство — от 20 до 100 га на человека. На втором месте после охотников и собирателей находились земледельцы, которые выжигали лес под пашню. Им надо было гораздо меньше — всего одна десятая вышеупомянутой площади. В самых плодородных районах, таких как древняя Месопотамия, крестьянам требовалось и того меньше.

3. Сейчас на Земле живет более 7,2 млрд человек; около 1,5 млрд га используются в сельском хозяйстве. В среднем на одного человека приходится около четверти гектара высокоурожайных интенсивно возделываемых сельскохозяйственных земель. Это не слишком много; к тому же эта площадь распределена неравномерно. Если бы урожайность везде достигала уровня западных стран, то, как считают некоторые эксперты, обрабатываемые в настоящее время земли смогли бы прокормить 7,5 млрд человек. По прогнозам большинства демографов, население Земли к концу XXI в. составит 10 млрд человек. Можно ли еще больше повысить урожайность земель?

4. Во многих местностях урожайность пахотных земель резко падает из-за солевых отложений и эрозии почв. Где взять новые пашни? Их можно создать только за счет существующих экологических систем, например лесов, которые каждый день выжигают в Амазонии и других регионах Латинской Америки. С 1975 г. там было таким образом уничтожено около 20% тропических лесов. За последние 30 лет в Амазонии под пашню была расчищена поверхность, в два раза превышающая площадь Германии. Там, например, возделывается соя, которая используется в том числе и у нас в качестве корма для крупного рогатого скота и свиней.

5. Дальнейшее повышение эффективности уже существующих методов земледелия также маловероятно. Земля *не сможет* прокормить неограниченное количество людей. Это означает, что теоретически Земля смогла бы прокормить больше людей, чем сейчас, но тогда не останется места для других существ. А как будет жить человек среди десяти миллиардов ему подобных, насколько вольно ему будет дышаться — вопрос открытый.

VII

ДЕРЕВЬЯ



VII

ДЕРЕВЬЯ

Деревья были посажены на Розенинзеле большей частью в XIX в., когда король приказал разбить там парк. Наряду с местными видами были посажены древние деревья, например стройный болотный кипарис, который в современной Германии в естественных условиях уже не встречается, но некогда — в третичный период — составлял огромные леса; именно из этих деревьев образовались тогда залежи бурого угля. Людвиг II любил деревья и даже, бывало, посвящал им стихи. Разве можно пренебрегать деревьями? Думаю, ничто в природе, да и в мире вообще не ценится так единодушно, как деревья. Их все любят! С давних времен деревья кормили и защищали людей. Они и по сей день наши кормильцы и защитники.

Люди создали бесчисленные хвалебные произведения, посвященные деревьям. Каждый из нас хотя бы раз похвалил дерево. Деревья были и остаются нашей надеждой. Почти все хорошее, что можно было сказать о деревьях, уже сказано, поэтому далее я, по обычаю древних ораторов, приведу список общих фраз, которыми может воспользоваться каждый, кто хочет воздать хвалу дереву.

Деревья — зеленые легкие

Самая распространенная в наше время похвала в адрес деревьев заключается в том, что они — «зеленые легкие». Под этим подразумевается многое. Во-первых, при солнечном свете деревья в процессе фотосинтеза превращают углекислый газ сначала в глюкозу, потом в древесину, листья, смолу, цветы и т. д. и т. п. Во время фотосинтеза высвобождается кислород и образуются углеродные соединения. Но в каком количестве?

Поднимем в лесу с земли сук — он весит приблизительно килограмм. Не менее половины его массы состав-

ляет вода. Вторая половина — «органическое сухое вещество», по большей части целлюлоза. Она содержит до 44% углерода, т. е. 220 г веса нашего сука. Чтобы вырастить этот сук, дерево поглотило из воздуха около 800 г углекислого газа (этот газ содержит до 27,3% углерода) и выделило почти 600 г чистого кислорода. 800 г примерно соответствуют объему углекислого газа, выдыхаемого человеком за день, значит, именно такой объем хранится в этом суке.

К сожалению, за день мы вырабатываем значительно больше углекислого газа, чем эти 800 г, которые образуются в процессе дыхания. Мы ведь еще ездим на автомобиле, время от времени летаем на самолете, пользуемся горячей водой и т. д. В основе всего этого — процессы горения, при этом потребляется кислород и выделяется углекислый газ. Мы живем в отапливаемом, невероятно технизированном мире, где на одного жителя Германии приходится в среднем 35 кг углекислого газа в день. Чтобы компенсировать это количество, нашим деревьям пришлось бы отрастить много-много сучьев. Германии давно уже не хватает лесов, чтобы компенсировать углекислый газ, который выделяют ее жители — для этого потребовалось бы не менее 820 000 км² леса. Но площадь Германии всего 357 000 км², и лишь около одной ее трети занимает лес.

Деревья не только поглощают углекислый газ и вырабатывают кислород. Они еще и задерживают ветер — благодаря этому переносимые ветром частицы успевают осесть. Пыль может оседать и на листьях в зависимости от того, насколько они годятся на роль пылеуловителей. Листья, имеющие перистую, волнистую структуру поверхности, например граб, удерживают больше пыли, чем деревья с гладкими листьями. На некоторых деревьях, особенно на липах, листья которых часто бывают липкими, виден черный налет — осевшая пыль.

На некоторых сайтах в Интернете ошибочно пишут, будто деревья поглощают из воздуха пыль сразу тоннами. На самом деле за год одно дерево отфильтровывает не более килограмма пыли. К тому же многие деревья сами вырабаты-

вают пыль — пыльцу. Обильную пыльцу выделяют ели. По весне их пыльца обрамляет дождевые лужи желтой, как сера, каймой.

Разумеется, на этом тема «Деревья — зеленые легкие» далеко не исчерпана! Деревья еще и увлажняют воздух. Взрослое дерево за день способно перегнать из корней в листья от 60 до 70 л воды, а в жаркие дни — до 400 л! Эта вода испаряется через листву. При этом возникает охлаждающий эффект, так как вода, испаряясь, забирает из окружающей среды тепло. Гуляя по лесу, каждый испытывает на себе благотворное действие деревьев: в лесу прохладно, и воздух там чище, чем в городе.

Деревья — это древесина

Слово «*materia*», от которого произошло наше слово «материя», означает «древесина», и оно не случайно напоминает слово «*mater*» — мать. Древесина может давать побеги, даже когда она срезана и кажется мертвой. Эти побеги — ее детеныши.

Человек зависит от древесины как ни от одного другого материала — сегодня больше, чем когда-либо прежде. Поэтическое признание этой зависимости мы встретим у Вольфа Хельмхарда фон Хоберга, который еще в 1682 г. писал в руководстве для помещиков: «Не будь у нас древесины, не было бы и огня; тогда все кушанья пришлось бы есть сырыми, а зимой мы бы замерзли; у нас не было бы ни домов, ни извести, ни кирпичей, ни стекла, ни металлов, ни столов, ни дверей, ни кресел, ни другой домашней утвари».

Таким образом, древесина — это источник энергии, строительный материал и сырье — все в одном. Сейчас, как и прежде, она особенно важна в качестве источника энергии.

Сколько древесины дерево производит за год? Это зависит от его вида, возраста, местоположения и погодных условий. Столетний бук за год обрастает 70 кг живой древесины — на земле и под землей. При этом он поглощает из воздуха 56 кг углекислого газа.

Кроме древесины деревья дают и другие материалы: сосны, например, вырабатывают смолу, из которой методом дистилляции получают скипидар, березы — основу для дегтя, первого термоклея, известного людям. Из наростов на дубах столетиями добывали вещество, используемое для изготовления чернил. Государственные договоры и сейчас подписывают этими чернилами.

Деревья — алхимики

Будучи растением, дерево не может убежать: такова его судьба. Поэтому все проблемы ему приходится решать на месте. Деревьям остается лишь вести химическую войну. В качестве оружия против насекомых деревья выработали в процессе так называемого вторичного обмена веществ бесчисленное множество оборонительных стратегий. Именно поэтому многие деревья и кустарники, например тис, очень ядовиты. Но ядовитость определяется дозой! Многие неприятные вещества, которые деревья используют для самообороны, в умеренных количествах — эффективные медикаменты. Из тисовой древесины сегодня добывают лекарство от рака — таксол.

Древнегреческий врач Гиппократ с острова Кос рекомендовал пить в качестве жаропонижающего настой из коры ивы. Вплоть до нового времени травницы использовали для этого кору белой ивы, пока сбор ее не был запрещен под угрозой наказания: феодалы приказали плести из ивовых прутьев корзины.

Действующее вещество в коре ивы — салициловая кислота, производное от латинского «salix» — ива. Из этого горького вещества Феликс Хоффман в 1897 г. получил ацетилсалициловую кислоту, которая была зарегистрирована фармацевтической компанией *Bayer AG* под торговой маркой «аспирин» и стала продаваться по всему миру. Аспирин считается самым знаменитым лекарством в истории человечества, в том числе и потому, что со временем наряду с его основным известным эффектом были открыты и другие положительные свойства. Сейчас аспирин применяется также для профилактики инсультов.

Но аспирин — это только один из примеров! За пределами Европы мы обнаружим бесчисленные виды деревьев, содержащих целебные вещества, начиная с гинкго, который входит в состав десятков препаратов, улучшающих память, и заканчивая индийским деревом ним, которое растет даже в засушливых регионах; его свойства еще недостаточно изучены — считается, что оно помогает при 40 различных заболеваниях. Не стоит забывать и о деревьях, которые используются в пищу: кофейное дерево, дерево какао, коричное дерево и т. д.

Изначально ботаника была одним из разделов медицины, так как большинство лекарственных средств добывались из растений. Алхимик Парацельс первым начал применять в лечении минеральные лекарственные вещества — химические препараты. В настоящее время в Германии около трети всех медикаментов имеют растительное происхождение или содержат вещества, добываемые из растений. В других регионах, например в странах Латинской Америки, доля растительных препаратов еще выше; в Африке она составляет целых 80%.

Деревья — гостиницы

В деревьях можно жить. Люди делают это лишь в исключительных случаях, тогда как птицы, летучие мыши, бесчисленные насекомые и пауки проводят там всю свою жизнь или большую ее часть. У птиц это заметно по внешнему виду: их лапки имеют такую форму, чтобы можно было удержаться на ветках. Бессчетные насекомые маскируются под цвет деревьев — некоторые настолько виртуозно, что их не отличишь от кусочка коры или листика. Ряд млекопитающих отлично приспособился к строению деревьев, например лесная куница или белка. По мнению биологов, деревья внесли большой вклад в разнообразие видов на суше (по сравнению с морем). Ровный участок земной поверхности они превращают в необозримый город-лабиринт с бесчисленными нишами и убежищами, где можно проявить свою индивидуальность. Благодаря деревьям пространство становится многомерным и разнообразным. Вместе с деревом растут и тысячи укромных уголков

всех размеров — от микроскопических складок коры до больших развилок сучьев. С каждым днем их все больше и больше! И каждый из таких уголков может стать чьим-то укрытием или жилищем, новой возможностью для жизни. Неудивительно, что в лесу так здорово играть в прятки. На этом многогранном жизненном пространстве деревья дают существам, которые живут на них и вокруг них, пищу: это плоды, падающие с их веток, листья и даже древесина.

В море нет растений, подобных деревьям. Там вся растительность относительно небольшая, древесины нет и в помине. Из всех обитателей моря только один вид может сравниться с деревьями — кораллы. Разрастаясь, они тоже создают свой особый мир с уникальной архитектурой, напоминающий лес, где вместо ветвей, мхов и листьев — пещеры и расселины. Не случайно существует так много видов коралловых рифов. Они тоже превращают прозрачное море, где негде спрятаться, в город с множеством улочек и укромных уголков. Здесь может возникнуть биологическое разнообразие. Но рифов в море намного меньше, чем лесов на суше.

Деревья — защитники

Это, пожалуй, одна из самых банальных истин по поводу деревьев. Пройдемся по этим защитным свойствам сверху вниз.

Солнце: днем деревья отбрасывают тень и создают прохладу. Считается, что во времена Античности платан, популярное городское дерево, был завезен в Рим именно потому, что его крупные листья давали красивую, густую тень.

Молния: древняя мудрость «держишься подальше от дубов, поближе к букам» не так уж и мудра. У молнии нет ботанических пристрастий. Если дерево достаточно высокое, она не преминет в него ударить. На стволах дубов последствия удара молнии просто лучше видны. Дубовая кора неровная, сплошь в трещинах. Как объясняют лесники, во время грозы все эти трещины покрываются непроницаемой водной пленкой, поэтому молния прокладывает

себе путь не по поверхности, а через древесину, которая раскалывается, как при взрыве: остаются заметные шрамы. Гладкая кора буков покрывается сплошной водной пленкой, по ней молния свободно скользит и уходит в землю — пусть и бесшумно, но не менее опасно.

Холод: зимой в лесу, как правило, значительно *теплее*, чем в его окрестностях. Зимой каждое дерево превращается в теплый остров. Во время дискуссий о глобальном потеплении деревьям, бывает, ставят это в вину.

Лавины: в горах деревья защищают от лавин; их ряды задерживают лавины.

Люди: в Германии леса издавна почитались защитниками человека. Когда Цезарь во второй раз перебросил мост через Рейн в районе Андернаха и в 53 г. до н. э. хотел напасть на германское племя свевов, они скрылись в лесах — там Цезарь не решился их преследовать.

Почва: корни деревьев удерживают почву — там, где вырубают леса, велика опасность того, что почва быстро и безвозвратно исчезнет. Навсегда. В регионах, где существует подобная угроза, например в Амазонии, сильные дожди приводят к серьезным последствиям: ведь деревья являются своеобразными амортизаторами, без них дождевая вода стекает не равномерно, а сразу вся. В результате почва смывается, происходят наводнения.

Деревья — храмы, ратуши и церкви

Деревья издавна служили местами отправления религиозного культа. Римский военачальник и ученый Плиний Старший в 12-м томе своей «Естественной истории», который, как и последующий, посвящен деревьям пишет, что леса считались храмами высших сил: «По древнему обычаю особенно красивые деревья в глухих провинциях и по сей день посвящают божествам».

С особенно яркими проявлениями древесного культа римляне столкнулись при покорении Германии: по их описаниям, значительную часть ее тогдашней территории занимали дремучие леса. Многие римские писатели упоминают «священные рощи», где германцы приносили жертвы своим богам. Как пишет Тацит, римский полко-

водец Германик, побывав в 15 г. н. э. на поле сражения, где Арминий наголову разгромил легионы под командованием Вара, обнаружил висящие на деревьях черепа легионеров, а в соседних рощах — алтари, на которых херуски принесли в жертву своим богам римских офицеров.

Поскольку именно высокие старые деревья были священными для германцев, миссионеры впоследствии с радостью демонстрировали на них превосходство христианского бога. Так, по некоторым сведениям, святой Бонифаций собственноручно срубил близ Гейсмара в Гессене священный дуб Донара, бога грома. Дуб упал и раскололся на четыре части. Бонифаций приказал соорудить из него часовню, посвященную апостолу Петру. В других местах христианские миссионеры тоже поднимали руку на деревья; еще в XIX в. в Индии рубили деревья, чтобы обратить в христианство местных «язычников».

Однако христианство и древесный культ могут мирно сосуществовать, как, например, в Баварии, где у подножия особенно внушительных деревьев устраивают небольшие алтари.

Деревья — утешители

Гаральд Сиоли, великий озеровед и исследователь Амазонки, умерший в 2004 г., описывает в своих мемуарах ночь на безлюдном берегу реки Арапуинс, притока Амазонки: «Мы натянули гамаки между деревьями на опушке леса, что рос над берегом реки, и приготовились отойти ко сну. Наши проводники давно заснули, а я все лежал без сна, впитывая всеми органами чувств тихую ширь огромного леса. И тут вдруг я ощутил глубокую, непоколебимую уверенность в том, что, если я сейчас умру, со мной ничего не случится: я стал частью большого леса. Это было чувство абсолютной защищенности».

Деревья обладают утешительной силой, равной которой нет во всей природе. Она передается каждому, кто к ним приближается. Не только в необъятных лесах Амазонки: стоит взглянуть на дерево под окном, как ты тоже это почувствуешь. Дерево на улице не только улучшает микроклимат, но и нарушает однообразие. Сразу видно,

какое на дворе время года: весна, лето, осень или зима. Дерево — своего рода природные часы. Оно воплощает в себе непоколебимую волю к жизни. Зеленый не зря является цветом надежды! С каждой новой весной дерево, которое зимой стояло совсем голое, снова начинает зеленеть. Мы редко задумываемся над тем, что за этим скрывается, но, тем не менее, это на нас действует. А когда дерево срубают, то многие люди испытывают страдания. Для многих это зло.

Деревья — наши наставники

Тот, кто общается с деревьями, учится. В первую очередь он учится мыслить большими временными категориями. Важнейшая концепция современной экологической политики — концепция устойчивого развития — была разработана на основе наблюдений за деревьями.

Лесовод Ганс Карл фон Карловиц в объемном и крайне увлекательном сочинении по лесному хозяйству «*Sylvicultura oeconomica*» в 1713 г. впервые выдвинул требование брать лишь столько древесины, сколько может вырасти вновь, или, другими словами, не допускать хищнической эксплуатации природных ресурсов. Этот принцип по сей день является основной составляющей устойчивого развития.

Открой для себя лес!

47 Прислушайся к шелесту деревьев

ГДЕ И КОГДА: летом в ветреный день под деревом

На ветру деревья подобны музыкальным инструментам: достаточно лишь легкого прикосновения и дерево начинает звучать — каждое по-своему. Липа что-то тихонько нашептывает, когда ее колышет ветер, а шелест черного тополя напоминает шум моря. Ель же не шелестит, а, скорее, гудит на ветру.

48 Как определить высоту и объем

ГДЕ: напротив дерева

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: линейка, прямой сук

1. Как определить высоту дерева? Ты можешь попробовать залезть на дерево и измерить его при этом. Или представить, что дерево падает, запомнить место, где должна оказаться его верхушка, и измерить его длину шагами. Первый способ позволяет получить точные результаты, но он опасный и трудоемкий; второй метод безопасный и легкий, но его результаты обычно никуда не годятся.

2. Лесничие и дровосеки в часы досуга в глухом лесу изобрели немало измерительных методов различной степени сложности, сочетающих точность и легкость. В старом учебнике лесной таксации Удо Мюллера перечислены не менее 48 методов измерения высоты! Далее я приведу некоторые из них. Чтобы получить искомое значение, обычно измеряют какой-нибудь подручный пред-

мет и устанавливают взаимосвязь с искомым значением. Такие окольные пути характерны для измерительных методов естественных наук.

3. Самый старый метод: высоту дерева (или здания) можно приблизительно определить по его тени. Для сравнения понадобится тень объекта, высота которого известна. Возьми, например, линейку, поставь ее вертикально на солнце и измерь ее тень. Тень линейки относится к ее высоте как тень дерева или здания к *его* высоте. Полагают, что именно этим методом философ Фалес измерял высоту египетских пирамид.

4. При другом методе измерения тебе понадобится относительно прямой сук около 80 см длиной. Измерь предварительно его длину, отмерь с одного конца одну десятую часть длины и сделай в этом месте отметку. Держа сук вертикально перед глазами, иди к дереву или удаляйся от него, пока сук полностью его не закроет. Посмотри вверх отметки на ствол дерева: запомни, где находится точка Б, отделяющая одну десятую высоты дерева. Измерь расстояние от земли до этой точки, умножь полученное значение на десять, и ты получишь полную высоту дерева.

5. Можешь подобрать в лесу почти прямую ветку (например, ветку орешника) и укоротить ее настолько, чтобы длина ветки, когда держишь ее в вытянутой руке, равнялась расстоянию до глаза. Держа ветку вертикально в вытянутой руке, совмести ее концы с основанием и верхушкой дерева. Ветка и воображаемые линии, соединяющие ее концы с твоим глазом, образуют равнобедренный треугольник. Подойди к дереву, чтобы его длина зрительно уместилась в длине ветки. Тогда расстояние до дерева будет равно его высоте (рис. 29).

6. Определив высоту дерева, ты можешь рассчитать объем его древесины и его рыночную стоимость на сегодняшний день. Чтобы получить наиболее точный резуль-

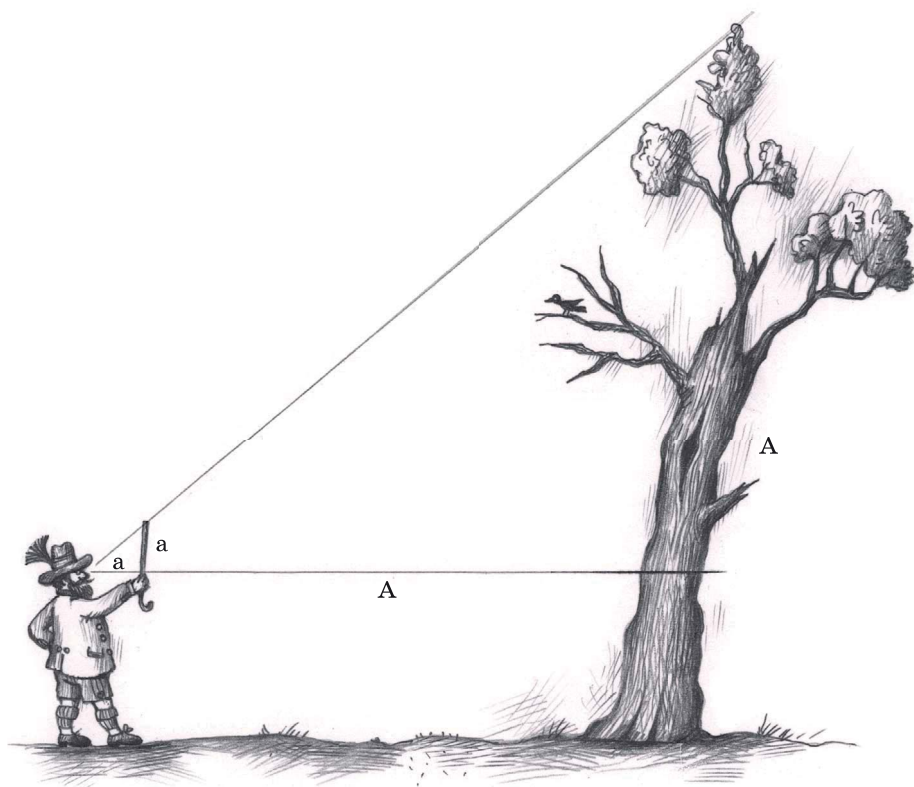


Рис. 29. Определяем высоту дерева

тат, пришлось бы спилить дерево, погрузить его в большой бассейн и измерить, сколько воды оно вытеснит. Или же, как Христо Явашев, обернуть дерево целиком и, зная площадь упаковочного материала, вычислить объем древесины. Поскольку ни то ни другое не в наших силах, поступим так, как часто делают естествоиспытатели: упростим проблему, чтобы можно было ее решить. Забудем на минутку, какую невероятно сложную форму имеет дерево, и сведем его форму к простой геометрической фигуре, объем которой легко измерить. Создадим модель, пригодную для математических расчетов. Ствол дерева можно представить в форме кегли, или конуса. Это не так уж и ошибочно, как кажется. Дети часто изображают деревья в виде коричневых кеглей, у которых по бокам торчат тоненькие веточки с парой листиков. В некотором смысле

дерево и вправду кегля: его ствол сужается кверху. И древесина по большей части находится в стволе дерева, а не в его ветках.

7. Представим себе дерево таким, как рисуют его дети. Тогда мы без труда решим нашу проблему: зная высоту и площадь основания кегли, можно рассчитать ее объем по формуле: $1/3 \cdot r^2 \cdot \pi \cdot h$ (где r — половина диаметра, т. е. радиус, π — число пи, равное 3,14..., h — высота).

8. Чтобы определить диаметр и радиус дерева, измерь обхват его ствола гибким портновским метром и раздели полученное значение на π (опять пи!). После этого ты сможешь вычислить по формуле объем дерева. В результате ты получишь столько-то кубических сантиметров, которые нужно будет перевести в профессиональную меру объема — кубометр сплошной массы древесины, или, как говорят лесоводы, фестметр.

9. Сколько выручит лесничий за кубометр древесины? Цены очень разные — часто менее 100 евро. Это довольно-таки мало, учитывая, что в наших краях бук должен расти около ста лет, чтобы в итоге можно было продать два-три кубометра (фестметра) древесины. Только если дерево редкой породы и ствол у него безукоризненно ровный, кубометр древесины может стоить несколько сотен или даже тысяч евро.

49 Древесина пахнет ванилью

ГДЕ: на кухне

1. Древесина часто обладает сильным ароматом. Некоторые сорта древесины покупают именно из-за их приятного запаха: сандаловое дерево, розовое дерево, кедровое дерево.

2. Собери несколько молодых ивовых прутиков и положи их в духовку, предварительно разогретую до 120 градусов. Они благоухают ванилью! Если летом оставить газету на солнце, она будет пахнуть так же.

3. При производстве бумаги образуются отходы — искусственный ванилин, который добывают техническим способом из лигнинсульфокислоты. Сухая древесина на 20–30% состоит из лигнина — трехмерной цепи, в которую встроены молекулы ванилина. Остальные 70% древесины — это целлюлоза и полуцеллюлоза, состоящие из молекул глюкозы. С химической точки зрения, древесина — не что иное, как аромат и сахар.

50 Листья дышат

ОТКУДА И КУДА: снаружи внутрь

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: стакан воды, немного крема, блюдце; закрывающаяся пенопластовая коробка (например, контейнер для пикника), 2–4 кг листьев многолистных деревьев, например ивы или ясеня, термос, термометр, клочок ваты

1. Днем растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. А что происходит ночью? Чтобы выяснить это, положи в стакан с водой несколько свежесрезанных травинок, накрой стакан блюдцем и загерметизируй стык кремом или вазелином. Поставь стакан в темный подвал. На следующий день опусти в стакан горящую спичку — она погаснет. Живые травинки израсходовали весь кислород. Без света они, по всей видимости, дышат так же, как животные и люди: вдыхают кислород и выдыхают углекислый газ.

2. Дыхание в той форме, в какой оно встречается у животных, людей и по ночам у растений, представляет собой процесс горения. Животные и люди теплые,



Рис. 30. Дыхание растений

потому что они дышат и теплые до тех пор, пока они продолжают дышать. Однако нагревания травинок мы не наблюдаем. Да и в природе листья деревьев по ночам не кажутся теплыми на ощупь.

3. И все же растения нагреваются, когда дышат, «как мы», и это тепло можно сделать заметным. Нарви от 2 до 4 кг листьев (например, ивы или ясеня) и набей ими пенопластовую коробку с крышкой (например, контейнер для пикника или упаковку для транспортировки). Через 15–20 часов открой коробку: листья будут заметно теплыми. Это тепло отличается от жара, который возникает иногда в стоге сена: это тепло их дыхания. Ведь листья еще живут — как видишь, они вовсе не завяли! Так ты можешь по-настоящему *почувствовать*, что растения дышат, что они живые существа!

4. В коробке тепло становится ощутимым, потому что мы его не выпускаем. Это можно показать и с помощью

термоса: положи туда горсть листьев, заткни термос ватной пробкой и вставь в нее термометр — так ты сможешь наблюдать, как выделяется тепло.

5. Биолог Ганс Молиш, который первым описал эти опыты, рассказывает, как он, будучи еще маленьким мальчиком (во второй половине XIX в.), впервые обнаружил, что растения выделяют тепло: «Однажды с поля привезли целые возы только что собранных кукурузных початков и свалили их в кучу в сарае — получилась огромная груда. На другой день, помогая очищать кукурузу от листьев, я заметил, что многие початки — особенно те, что лежали в середине кучи, были горячими или теплыми на ощупь. Они дышали, выделяли тепло, а поскольку они лежали плотным слоем, укрывая друг друга, тепло не могло улетучиться, и его можно было ощутить голыми руками».

51 Флуоресцирующие соки

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: ветка ясеня, стакан воды

Некоторые предметы, подвергаясь действию света, не только приобретают тот или иной цвет, но и светятся сами. Они флуоресцируют.

Флуоресцирующие вещества можно синтезировать, но, как ни странно, их вырабатывают и некоторые деревья. Если с молодого побега ясеня соскоблить ножом пару полосок коры и опустить их в стакан с водой, то под прямыми лучами солнца ты сразу увидишь тонкие нити, которые красиво светятся. Результат будет более явным, если ты поставишь стакан на темную поверхность. Чем ярче свет и темнее поверхность, тем заметнее флуоресценция. Этот эффект создается веществом под названием фраксин.

52 Грибы

КОГДА: в конце лета или осенью

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: грибные шляпки, бумага

1. Грибы усиливают лесные чары: они появляются внезапно, часто образуя кольца или ряды, имеют причудливую форму и вкусно пахнут — все это создает неповторимую лесную атмосферу.

2. Многие съедобные грибы чаще растут под определенными деревьями, например, подберезовики — под березами. Грибы нередко образуют симбиоз с деревом, вращая в его корни. Часть гриба, которую видно на поверхности, — всего лишь плод; его основная часть — разветвленный мицелий, или, по-другому, грибница, — находится под землей. Мицелий часто обвивает корни растений, в том числе деревьев. Дерево обеспечивает гриб сахаром, гриб помогает дереву всасывать воду и минеральные вещества. Этот симбиоз имеет сложное название микориза (грибокорень). Для многих лесных деревьев он жизненно необходим.

3. Сбор грибов — это, пожалуй, единственная форма собирательства, которая существовала еще в доисторические времена и продолжает цениться и в наши дни. Осенью общества грибников и любителей природы организуют походы за грибами; это наилучший способ познакомиться с грибами и лесом. Участники таких походов ищут в основном съедобные грибы; кроме того, как говорят эксперты союзов грибников, все больше людей интересуются галлюциногенными грибами, например мухоморами или псилоцибиновыми грибами (рис. 31). В этом качестве грибы тоже употреблялись еще в древности. Подобные эксперименты небезопасны.

4. А вот безвредный опыт с грибами: собери в лесу несколько грибов, обрежь их под самую шляпку и положи шляпки пластинками или трубочками вниз на лист бума-



Рис. 31. *Веселушка*

ги. На следующий день осторожно подними шляпку: ты увидишь на бумаге точную копию пластинок или трубочек. Этот рисунок образуют грибные споры. Легкий сквозняк может сдуть отдельные его части, но это не испортит общего впечатления. Чтобы предотвратить это, можешь накрыть грибы миской. Ты получишь споровые картинки исключительной красоты; кроме того, опытные грибники могут определить по ним, что это за грибы, например упомянутые выше псилоцибиновые грибы.

53 Чудо-дерево

ГДЕ И КОГДА: в 2008–2009 гг. в Аугсбурге

О деревьях рассказывают разные небылицы. Одно из таких чудес я видел своими глазами. У нас есть апельсиновое дерево. Оно выросло из косточки, которая застряла в сите, когда мы выжимали апельсиновый сок. Сейчас этому дереву уже более 20 лет. Оно растет в большой кадке (летом мы выставляем ее в сад, на зиму заносим в дом) и радуется красоте своих листьев. Только вот за все эти годы наш апельсин ни разу не цвел. Как мы ни старались ему в этом помочь, ни один из способов не подействовал, и в конце концов мы потеряли всякую надежду.

Но зимой 2008/2009 г. это случилось: на дереве появился крошечный, едва различимый бутон. Один-единственный бутон! В первый раз! Близилось Рождество, мы собирали чемоданы, чтобы отправиться с детьми в долгое путешествие на север к бабушке и дедушке — бутон становился все больше, но не раскрывался. Рождество прошло, и вот мы с тяжелыми чемоданами в руках снова стоим у дверей нашего дома на трескучем баварском морозе. Мы сразу же бросились в гостиную — и *в этот самый момент* цветок распустился!

Через два-три дня дерево его сбросило. Мы подняли цветок и поставили в стакан с водой — еще несколько дней он продолжал благоухать. Едва мы коснулись его, чтобы вытащить из стакана, как он превратился в пыль. Некоторое время в доме еще сохранялся его сильный аромат.

VIII

ЛЮДИ



VIII

ЛЮДИ

Наше путешествие сверху вниз продолжается — от деревьев мы переходим к людям, поскольку в наших широтах между небом и землей человек является вторым по росту существом после дерева.

Я сижу на галечном пляжике Розенинзеля и наблюдаю за людьми. В поле моего зрения — на скамейках или у воды — люди всех сортов: старые и молодые, красивые и не очень, в баварских летних платьях и кожаных штанах, в серых — под цвет ила — костюмах, в шапках, кепках и шляпах, японцы, баварцы, американцы, русские — какое раздолье для антропологических исследований! Паромщик Пелус перевозит туристов на остров, где большинство отправляется по следам легендарного короля Баварии Людвига II и императрицы Елизаветы Австрийской (Сиси), его родственной души.

Розенинзель — самое подходящее место для того, чтобы воздать хвалу человеку: во-первых, летом люди здесь раздеваются до купальников и плавок, во-вторых, они не только сидят или стоят, но и плавают или валяются на пляжных полотенцах. Только обнаженных людей здесь не увидишь: для этого есть Английский сад в Мюнхене, где в жаркие выходные дни загорают сотни нудистов. Группы американских туристов регулярно приходят туда подивиться этому чудовищному, на их взгляд, зрелищу.

Если голого или полуголого человека, каким мы видим его на берегах озера или в открытом бассейне, сравнить с животными, то сразу бросится в глаза, чего не хватает человеку. Он может выглядеть дряблым и обрюзгшим, как гигантская личинка, и в своей наготе несколько напоминает эмбриона. В отличие от крупного рогатого скота, у него нет рогов, которыми он мог бы пригрозить. Нет у него и шерсти — в непогоду он незащищен. Зубы его нельзя назвать серьезным оружием.

В антропологии есть направление, которое описывает человека как существо ущербное. Приверженцы этого направления считают, что тело человека, в отличие от тел животных, имеет массу недостатков. Бегаёт он медленнее, чем другие животные, его органы чувств, по сравнению с другими млекопитающими, развиты слабо. Мощных органов для устрашения других животных у человека нет и подавно. Якобы поэтому человек был вынужден компенсировать свои недостатки техникой, изобрести вторую природу, чтобы выжить. Но тогда возникает вопрос: как же человек сумел создать эту вторую природу, если он так несовершенно устроен? Нет ли в человеке чего-то необычного, чем не обладает ни одно животное?

Сейчас принято считать, что особенность человека заключается в большом размере его мозга (большие полушария головного мозга). Без сомнения, человеческий мозг — чудо, которому в природе нет равных. Но вовсе не обязательно искать ответ внутри человека: его внешнее строение тоже таит в себе невероятные возможности.

Начнем с малого — с большого пальца. Он является личной печатью человека: отпечаток большого пальца ни с чем не перепутаешь, он заменяет подпись. Большой палец — самый важный во всех отношениях. Тот, кому случалось вывихнуть большой палец, подтвердит, что без него никуда: ни поесть, ни велосипед починить. С помощью большого пальца мы можем придавать предметам любое положение, ощупывать их со всех сторон, удерживать в определенном положении и плавно регулировать давление. У человекообразных обезьян и лемуруров тоже есть большие пальцы, но их не сравнить с нашими: обезьяньи большие пальцы короче, слабее и менее подвижны. От коротких, неразвитых больших пальцев обезьянам мало толку. Если они хотят ощупать какой-либо предмет со всех сторон, им приходится катать его на ладони.

«Какими ловкими, искусными служанками — руками — наделила природа человека!» — восхищался римский философ и политик Цицерон в трактате «О природе богов». Человеческая рука — один из его аргументов в пользу великодушия и щедрости богов.

Человеческие руки и в самом деле не имеют себе равных. Они обладают высокой чувствительностью; пальцы могут отличить друг от друга листы бумаги в долю миллиметра толщиной. Поэтому материю и сорта древесины проверяют вручную. Точки шрифта Брайля имеют ширину 1,2–2,1 мм и высоту 0,1–0,5 мм — специально обученные люди без труда его читают. Наши пальцы воспринимают на ощупь самые тонкие различия — просто невероятно! *У рук есть глаза.*

Рука способна двигаться быстро и в то же время исключительно точно. Некоторые виртуозы клавиатуры печатают на компьютере до 16 букв в секунду, а пять или шесть букв в секунду научится набирать любой, кто немного потренируется и освоит десятипальцевую систему! Большинство людей в состоянии написать ручкой с тонким стержнем слово «Привет!» даже на рисовом зернышке (попробуй сам!).

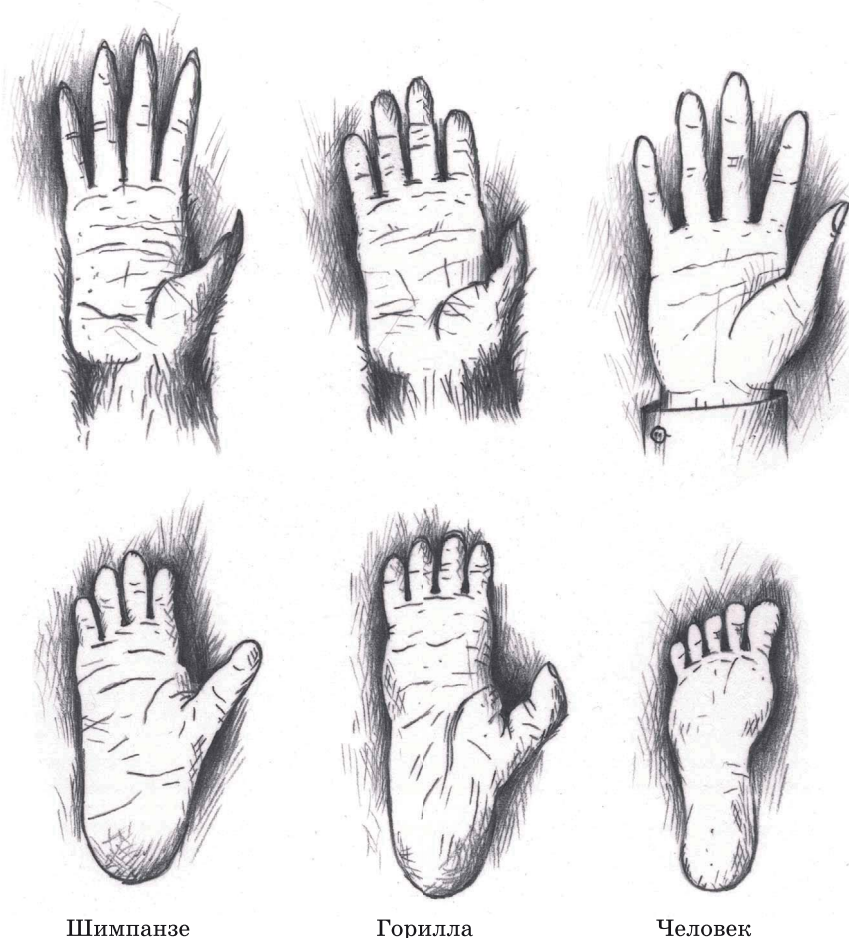
Быстроту и точность руки превосходит разве что ее многофункциональность. Руки лемуру были и остаются клещами, руки орангутангов — крючками, чтобы висеть на дереве, руки горилл — опорой при ходьбе, а человеческая рука является всем этим одновременно и много чем еще. Она и ковш, и воронка, и молот, и крюк, и кольцо, и клещи, и грабли, и пинцет. А для других бесчисленных функций руки и названий-то нет, не говоря уже о технической замене! Чудо эволюции, лучше любой машины!

При всем этом рука еще и источник ласки, равного которому нет во всем животном царстве! Кошка облизывает своих котят, а мы, люди, можем взять ребенка на руки, погладить его. Ни одно животное не способно к таким проявлениям любви и нежности, как человек и его руки. Прикосновения добрых рук обладают магической целебной силой.

Тем удивительнее, что та же рука может и ударить. Кисть руки кажется такой маленькой и легкой, но каратист или боксер способен вложить весь вес своего тела в руку, буквально зарядить ее силой. Рукой можно погладить другого, но можно его и убить. Рука и ее способности

так же парадоксальны и противоречивы, как и сам человек.

Руками человек создает искусственную среду — пашни, стойла, хжины, дома, замки, автомобили и самолеты. Он больше не привязан к определенной экологической нише, а творит свою собственную в соответствии со своими желаниями. Диких зверей, которые угрожают или мешают ему, человек заменяет ручными, которые делают то, что хочет он. Он больше не зависит от случайно образовавшихся пещер, а строит себе жилище по своему вкусу — там, где ему нравится: «Мы используем горы и равнины,



Шимпанзе

Горилла

Человек

Рис. 32. Руки и ноги обезьян и человека

нам принадлежат реки и озера, мы сеем зерно и сажаем деревья; мы подводим воду к полям, чтобы они давали урожай, запруживаем реки, командуем их течением и отводим их в сторону; своими руками мы создаем себе вторую природу», — с энтузиазмом пишет Цицерон в своем гимне рукам. Руки, а не ноги помогают человеку сбежать из родной среды обитания и сделать любую местность пригодной для жизни.

Человеческие руки потому такие развитые, что люди научились ходить прямо: опорно-двигательные функции стали выполнять не четыре конечности, а две — ноги. Они проиграли в борьбе за новую осанку человека; человеческие ступни, по сравнению с обезьяньими, более бесформенные и беспомощные, не особенно красивые (рис. 32). Однако деградация ног пошла на пользу рукам: верхние конечности освободились для иных целей.

Человеческий голос от прямохождения тоже только выиграл: новый способ передвижения освободил не только руки, но и рот, что позволило ему издавать членораздельные звуки. В отличие от животных, человеку больше не приходится хватать предметы ртом и носить их в зубах. Человек не роет носом землю — рот его далеко от нее. Язык перестал использоваться для того, чтобы гладить детенышей, обхватывать плоды и листья и срывать их с веток. Все эти функции теперь выполняет рука. Дистанция между человеком и предметами, человеком и миром растет. У человека появляется голос — такой же неповторимый, как его руки. Голосом человек может превратить отсутствие в присутствие, заколдовать звуками события, которые происходят вовсе не здесь. Человеческая рука — всем инструментам инструмент, и голос человека тоже не всегда одинаков — его звучание может меняться. Голос, как и рука, заряжен силой, может звучать устрашающе громко.

Звуки речи и указующая рука вместе развивали язык, который стал мощным инструментом для быстрой передачи человеческого опыта. С появлением письменности временные и пространственные границы действия языка расширились — письмо тоже дело рук человеческих.

Не стоит думать, будто руки и голос пассивно получают приказы мозга. В процессе обучения ручному труду развивается головной мозг — педагоги, которые работают с инвалидами, давно это знают. Может, и прав был грек Анаксагор, считавший, что своим разумом мы обязаны рукам.

В XVIII в. естествознание объединило достижения ручного и интеллектуального труда, началась эпоха технического прогресса, который усовершенствовал наши искусственные миры — сначала в Европе, потом и в других частях света.

По крайней мере для человека и одомашненных им животных и растений научно-техническая цивилизация действительно стала шагом вперед. Подумать только, как жили *женщины* в Центральной Европе еще 200 лет назад! Большинство женщин в возрасте от 15 до 45 лет были либо беременны, либо кормили грудью младенца. В некоторых южных странах и по сей день так. Ничто так не свидетельствует в *пользу* естествознания и техники, как история женского пола.

Не стоит проклинать все без исключения миры, созданные человеком; в них немало достижений, которые необходимо сохранить. Возможно ли это будет в условиях растущей численности мирового населения, когда все больше людей перенимают наши технологии и образ жизни? Сейчас нас 7,2 млрд, к 2050 г. на Земле, по прогнозам ученых, будут жить свыше 9 млрд человек. Кормит это огромное количество людей искусственный биотоп под названием сельское хозяйство. Более половины свободной ото льда земной поверхности по всему миру используется людьми — под пашни и пастбища, лесную и горную промышленность, дороги и поселения. Здесь, в Центральной Европе, эта доля еще выше. Половину площади Баварии занимают сельскохозяйственные земли, 10% — населенные пункты и транспортные пути. Само собой, для других живых существ остается все меньше места как в наших краях, так и во всем мире.

По мнению биологов, исчезновение видов, обусловленное человеческим фактором, сравнимо разве что с массо-

вым вымиранием видов, которое произошло 65 миллионов лет назад, когда на Землю в районе полуострова Юкатан упал метеорит и уничтожил многих живых существ, включая динозавров. На сегодняшний день, по последним оценкам, 23% млекопитающих, 12% птиц, 25% хвойных деревьев и 32% земноводных находятся под угрозой исчезновения. С тех пор как рыболовство приобрело промышленные масштабы, популяция рыб сократилась на 90%!

Количество домашнего скота также свидетельствует о бездумном росте искусственных человеческих миров за счет природы: в мире пасутся 1,5 млрд коров и быков и более 1,7 млрд коз и овец; вес домашнего скота в настоящее время превысил вес *всех* диких животных и рыб (если не учитывать беспозвоночных и микроорганизмы). Представим это наглядно: огромные весы, на одной чаше домашний скот — прежде всего коровы, козы и овцы, а на другой — все крокодилы, львы, слоны, птицы, все киты и акулы и так далее, вплоть до крохотных землероек, веретениц и микроскопических прозрачных цихлид из африканских озер, — и домашний скот все равно окажется тяжелее!

Нельзя допускать дальнейшего исчезновения биологических видов или сокращения их популяций до минимума. В противном случае мы уничтожим не только важнейший источник вдохновения, красоты и знаний, но и основу нашего собственного физического существования.

Чарльз Дарвин, собирая материал для книги «О выражении эмоций у человека и животных», разослал анкеты миссионерам по всему миру, чтобы изучить распространение мимики и жестов. Он исследовал в том числе и пожимание плечами — жест, означающий незнание. Пожалуй, это самый человеческий из всех жестов. Дарвин узнал от своих партнеров по переписке, что это телодвижение распространено во всем мире. Этот жест безмолвен — рот демонстративно закрыт. Но при этом человек показывает руки ладонями вверх. Жест, в общем-то, оптимистичный.

От человеческих рук будет зависеть немало. В этом столетии им предстоит построить и изобрести много ново-

го. Нам нужны новые технологии, которые более гармонично вписываются в природные процессы и обеспечивают более эффективную защиту окружающей среды.

Не менее важно научиться время от времени давать рукам отдых. Не всегда и не везде нам стоит хозяйничать. Нужно, чтобы остались и нехоженые, непаханные, нетронутые природные ареалы. Руки прочь! Для этого придется отказаться от некоторых всеобщих благ.

Историки будущих поколений будут судить о нас не по уровню технологических достижений, а по тому, насколько нам удалось сохранить и передать потомкам свое природное наследие. Не станут ли в будущем презирать наше поколение, которое одобрительно или безучастно наблюдает за тем, как уничтожается половина биологического разнообразия нашей планеты?

Посмотрим еще раз на Розенинзель. Этот остров — парк с чудесным многообразием деревьев, кустарников и цветов. Отсюда открывается вид на запад, юг и восток — можно любоваться природой, как в театре. Его естественная красота усилилась во много раз благодаря продуманной, долгой работе садовников. Имя острову дали розы, которые весной и осенью тысячами благоухают в саду. Они тоже творение человеческих рук, медленное облагораживание природы в течение сотен поколений. Оказывается, и так тоже можно: под заботливыми руками садовников расцветают розы и растут травы, появляется вторая природа, возвышающая первую.

По следам человека!

54 Как проявить отпечатки пальцев (часть 1)

СИТУАЦИЯ: по следам преступника

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: мука тонкого помола, тонкая кисточка, глянецовый журнал с разноцветными объявлениями

1. Большинство регионов мира так густо населены, что буквально на каждом шагу натыкаешься на людей. Человеческие следы, как правило, очень легко обнаружить. Самые распространенные из них — отпечатки пальцев, потому что люди привыкли все трогать. Отпечатки пальцев даже индивидуальнее ДНК: у двух людей (близнецов) структура ДНК может быть одинаковой, но отпечатки пальцев все равно будут различаться.

2. Проведи кончиками пальцев по лбу или волосам и плотно прижми палец к темной поверхности глянцевого журнала.

3. Теперь обмакни кисточку в пакет с мукой и с близкого расстояния посыпь мукой отпечаток пальца. Не касайся кисточкой бумаги! Держа бумагу над раковиной, сдуй с нее муку. Отпечаток пальца проявится.

4. Эксперты-криминалисты применяют специальные кисти и порошки, например магнитные, которые достают из контейнера магнитом — порошок прилипает к магниту, свисая с него, как борода. Эта борода используется в качестве кисти. Таким образом обеспечивается бережное обращение с отпечатками, а лишний порошок потом можно снова собрать магнитом. Черные порошки применя-

ются для светлых поверхностей, а белые — для темных. Если поверхность цветная или узорчатая, в ход идут флуоресцирующие краски. Еще один совет: старые отпечатки можно обновить, подышав на них.

55 Как проявить отпечатки пальцев (часть 2)

СИТУАЦИЯ: по следам преступника

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: чистая банка из-под огурцов или варенья, суперклей

1. Суперклей (цианоакрилат), который продается в строительных магазинах, также можно использовать для поиска следов. Этот метод тоже часто применяется в криминалистике.

2. Вымой банку из-под огурцов и оставь несколько отпечатков пальцев на ее внутренних стенках.



Рис. 33. Проявляем отпечатки пальцев

3. Выдави в банку немного клея (примерно одну чайную ложку) и закрой ее.

4. Через час-два пары суперклея проявят отпечатки пальцев на стенках банки. Клей оседает на отпечатках пальцев и застывает. Белые следы не стираются, и их можно разглядеть в мельчайших подробностях.

5. Отпечатки пальцев можно проявить и на других предметах с невпитывающей поверхностью (например, пластмассовых, железных или стеклянных). Положи такой предмет в банку и капни рядом суперклея.

6. Чтобы ускорить процесс, можешь нагреть банку, опустив ее ненадолго в горячую воду.

7. Этот способ применяют и эксперты-криминалисты. Вместо банки из-под огурцов они используют специальные камеры, куда помещают следоноситель. Рядом находится алюминиевый горшочек (наподобие гильзы для свечи-таблетки), его можно нагреть на встроенной плите. Потом этот горшочек заполняют суперклеем. Если следоноситель очень большой, например дверь, то вокруг него сооружают подобие шатра, где образуются пары клея.

8. Интересно, кто первым додумался до такого применения суперклея? Может, какой-нибудь полицейский воспользовался при ремонте ванной моментальным клеем и рассердился, что на кафеле и кранах вдруг стали видны отпечатки пальцев? Наверняка это открытие, как и многие другие гениальные технические изобретения, поначалу казалось досадным промахом, пока у кого-то не возникла идея извлечь из этого явления пользу.

56 Невидимые следы

ГДЕ И КОГДА: в темноте

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: карманный фонарик или светодиодный светильник

1. Ты, наверное, замечал, что, когда идешь в темноте по тротуару, а мимо медленно проезжает машина, в свете фар вдруг становятся видны все неровности дороги, которая днем казалась абсолютно ровной. В полосе света даже крохотные бугорки отбрасывают тень, и их профиль вырисовывается более четко. Это явление можно использовать при поиске следов.

2. Возьми карманный фонарик или светодиодную лампу и посвети сбоку на запыленную поверхность в темной комнате. Пыль напоминает свежесвыпавший рыхлый снег, лежащий тонким слоем. Кое-где ты заметишь следы — следы чьей-то руки, рукава или кошачьих лап.

3. Этим эффектом пользуются криминалисты. Они освещают предметы сбоку особенно яркой лампой. Часто применяются специальные светильники, яркость и длину световых волн которых можно регулировать. С их помощью становятся различимы даже слабые следы, которые иначе не заметишь. Как-то раз я побывал в криминальной полиции города Аугсбурга и собственными глазами увидел невероятное действие такой лампы: в ее свете на полу, который казался совсем чистым, проявились многочисленные следы ног.

4. *Отсутствие* следов там, где они должны быть, тоже свидетельствует о многом. Комиссар криминальной полиции в Нижней Саксонии поведал мне следующую историю: «Я пришел к семейной паре, в доме которой была совершена кража со взломом. Как утверждали супруги, помимо всего прочего у них украли DVD-плеер, который якобы стоял на телевизоре. Я посветил фонариком сбоку на верх телевизора, но не обнаружил в пыли ни малейших следов. Так часто бывает: когда где-то случается кража, пострадавшие недосчитываются вещей, которых у них никогда и не было».

57 Чтение следов по росе

ГДЕ И КОГДА: на лугу ранним утром после ясной звездной ночи

1. Многие считают, будто «нецивилизованные» народы обладают магическим даром читать следы. Александра фон Гумбольдта невероятно поразили способности его проводников-индейцев из Южной Америки, он даже подумал, что индейцы *чуют* следы! Но на самом деле индейцы и другие следопыты ориентируются почти исключительно по визуальным знакам; они умеют воспользоваться ситуациями, облегчающими поиск следов.

2. Когда выпадает роса (обычно это случается ясными безветренными ночами), следы особенно заметны. На лугу сразу видно, если кто-то прошел по нему незадолго до тебя. Покрытые росой футбольные стадионы и площадки для гольфа тоже как нельзя лучше подходят для наблюдения этого явления. В зависимости от угла зрения роса видна лучше или хуже; следы на ней вырисовываются особенно четко, даже если это следы мелких зверушек.

3. Авторы путевых заметок прежних времен, которым посчастливилось путешествовать по дальним странам в компании следопытов-аборигенов, в один голос утверждают, что поиски следов были особенно успешными по утрам, когда выпадала роса.

4. Роса извлекает на свет божий то, что прежде было скрыто. По обильной росе можно определить, где выкопали яму: в этом месте земля более рыхлая и потому более прохладная по ночам. На росистых футбольных стадионах заметны старые ограничительные линии поля. Осенью, когда выпадает иней, эти следы еще более четкие. Отсюда древнее поверье, что роса и иней указывают места, где были зарыты сокровища. Утренний иней радует и археологов: его распределение по земной поверхности помогает обнаружить скрытые в недрах земли исторические памятники.

58 Увидеть привычное новыми глазами: подорожник

ГДЕ: на обочине дороги или на лугу

1. У дороги и на лугу мы увидим широкие листья подорожника (рис. 34). Это растение так же хорошо переносит жару и отсутствие влаги между горячими камнями, как и перешагивающие его ноги. Поэтому подорожнику издавна приписывали лечебные свойства, его листья прикладывали к ранам. Люди считали: раз подорожник топчут, а ему все нипочем, значит, он обладает целительной силой. Кроме того, подорожнику отводилась важная роль в гаданиях, которые часто устраивали именно на развилке. Когда разрываешь листья поперек, с их рваных краев свешиваются нити-прожилки. Два человека рвут лист подорож-

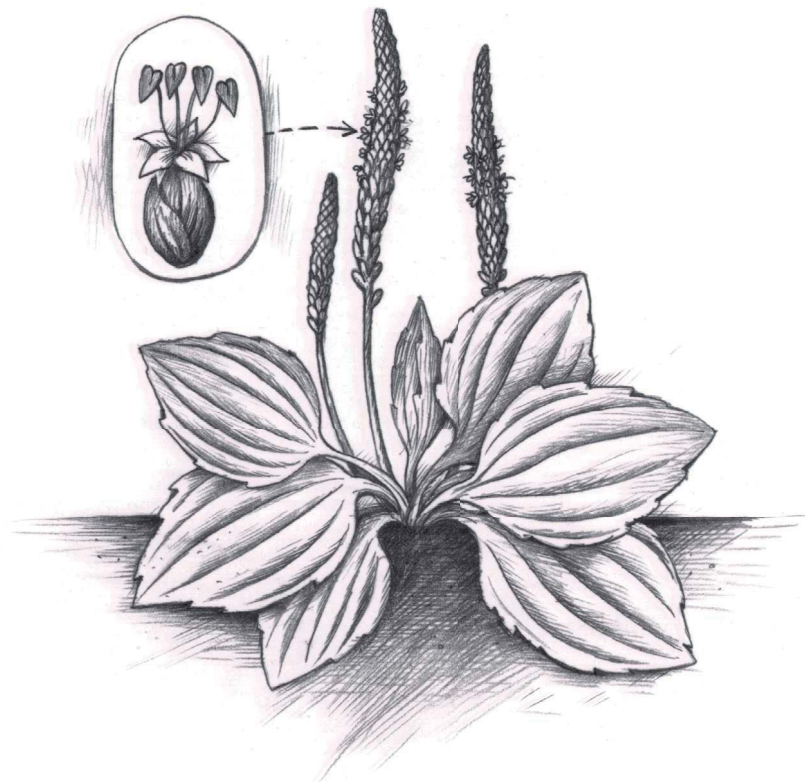


Рис. 34. Подорожник

ника, с чьей стороны свисает больше волосков, тому, по древнему предсказанию, и будет сопутствовать удача.

2. В «Путешествиях по Канаде», опубликованных в 1856 г., географ Иоганн Георг Коль делится своим «жутким» наблюдением: всюду, где бы ни появились белые европейцы, вскоре возникает европейская растительность, которая вытесняет местную: «Индейцы тоже обратили внимание на это любопытное явление; они прозвали европейский сорняк, выросший таким образом, „следами бледнолицых“, будто намекая, что там, где ступила нога белого человека, из-под земли сразу, как по волшебству, вылезает эта трава. В Германии это растение называют подорожником». Причина этого явления в том, что переселенцы, сами того не подозревая, принесли на подошвах семена подорожника большого и тем самым способствовали его распространению.

3. Индейцы видели в подорожнике след человека. К такому же выводу приходят и современные археологи. Пыльца или семена подорожника, обнаруженные при раскопках древнего болота, свидетельствуют о том, что во времена формирования торфяного слоя поблизости находилось человеческое поселение. Очевидно, подорожник существовал в тесном симбиозе с людьми еще в эпоху каменного века. Люди расширяли ареал распространения подорожника, перенося на подошвах его семена; неудивительно, что наличие подорожника связывают с человеческими поселениями.

59 Подсчитай и удивись: озера углекислого газа

ГДЕ: за письменным столом

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: бумага и карандаш, калькулятор

1. Следы жизнедеятельности человека остаются и в воздухе: сернистый газ, угарный газ, мелкая пыль. Чаще

всего сейчас говорят о вырабатываемом нами углекислом газе, который попадает в воздух и скапливается там. Углекислый газ образуется в процессе горения.

2. За один только 2008 год эмиссия (выброс в воздух) углекислого газа составила в Германии 945 млн т. Нам трудно представить себе, сколько это — тонна газа, поэтому переведем количество углекислого газа в кубометры. Для этого необходимо знать, что пол-литра углекислого газа весит один грамм. Как мы помним, в одном кубическом километре 1 000 000 000 (один миллиард) м³, а в одном кубометре — 1000 л.

3. У меня получилось 52,5 км³. Число внушительное, но, к сожалению, такое же абстрактное, как 945 млн. Можно извлечь корень третьей степени из 52,5 и представить себе этот объем в виде кубика — на карте он займет около 3,7 км. Есть и другой способ мысленно нарисовать себе большой объем — предположить, какое озеро он мог бы заполнить. Поскольку чистый углекислый газ намного тяжелее воздуха и вначале опускается вниз, это представление вовсе не является ошибочным. В Штарнбергском озере содержится около 3 км³ воды, значит, его объема недостаточно. Какое следующее по величине озеро? Возьмем Боденское озеро: если верить Интернету, объем воды в нем составляет 48 км³. Значит, это озеро мы без проблем могли бы заполнить углекислым газом, вырабатываемым в Германии за год, а заодно и Штарнбергское озеро. А это очень и очень много.

60 Подсчитай и удивись: расходуемая нами энергия в пересчете на огненные столбы

ОБСТАНОВКА: располагающая к размышлениям

1. Человек и огонь неразлучны; пепел костра может многое поведать о человеке. По нему следопыты могли определить, когда люди побывали в этом месте, что они ели и сколько их было. В нашем современном высокотех-

нологическом мире тоже горят бесчисленные костры, но они все закупорены и до такой степени технизированы, что мы их практически не замечаем. Огонь — сердце наших искусственных миров. Мы научились разводить его так, чтобы он горел без дыма, а часто и без пепла. Сейчас мы практически не сжигаем настоящие лесные деревья; в качестве топлива мы используем природный газ, нефть и ископаемую древесину — каменный и бурый уголь, который мы выкапываем на ушедших под землю древесных кладбищах. Горение обычно происходит в закрытых камерах или на электростанциях, превращающих энергию огня в ток. Огни потрескивают и тлеют вокруг нас, в бензиновом двигателе, в отопительном котле в подвале, ворчат, наглухо замурованные, на электростанции. Они вырабатывают энергию почти для всех чудес техники, которые нас окружают. Если бы огонь на электростанциях и в двигателях погас хотя бы на секунду, все поезда остановились бы, телевизоры и радиоприемники умолкли, экраны потемнели, а на улицах воцарилась бы тишина.

2. Пламени практически не видно — мы замечаем только его действие. Мы чувствуем, что в квартире тепло, видим, как едет автомобиль или работает компьютер. Ток поступает из розетки, а огонь, который горит где-то далеко и вырабатывает энергию, для нас невидим. Единственный след огня, который служит источником энергии для наших машин и всех цифровых миров, — это углекислый газ. В процессе горения всегда образуется углекислый газ. Этот невидимый газ и есть пепел всех огней. Именно на него следует ориентироваться, если мы хотим наглядно представить все огни, которые нас окружают.

3. На каждого жителя Германии приходится в среднем 11 500 кг углекислого газа (945 млн т углекислого газа, поделенные на 82 млн жителей). Это пепел всех огней, которые горят вокруг нас, позволяя нам жить так, как мы живем. Как бы выглядел этот огонь, если бы загорелся сразу весь, превратившись в огромный огненный шар? Для огненных спецэффектов в голливудских филь-

мах часто используется бензин или керосин. Переведем наш годовой выброс углекислого газа в бензиновый фейерверк. Для этого необходимо знать, какому количеству бензина соответствуют наши 11 500 кг углекислого газа. При сжигании литра бензина образуется примерно 2,3 кг углекислого газа.

4. Если разделить 11 500 кг на 2,3 кг/л бензина, получится красивое число — 5000 л бензина*. Эти 5000 л бензина — горючее, которое каждый житель Германии в среднем расходует за год. Теперь спросим кинопиротехника, что из этого можно сделать. Один специалист сказал мне: «Из 5 л бензина получится огненный шар диаметром 30 м, если как следует пальнуть всем этим в воздух. Можно еще зажечь огненный столб 10 м высотой и 5 м шириной, какие часто показывают в боевиках». Такой огромный столб мы могли бы устраивать в саду по два раза в день — утром и вечером, а по воскресеньям и праздникам даже три раза! А еще наши родители, братья и сестры, дети, соседи и вообще все жители города! По всей Германии! Так выглядели бы окружающие нас огни, если бы горели открыто, а не были бы спрятаны в двигателях, топливных котлах и электростанциях. Это огромное пламя — особенно если сравнить его с кострами наших предков. Их пожары были просто жалкими по сравнению с нашими огнями до небес. Это и есть та

* Если хочешь узнать, какому количеству бензина соответствует ежегодный выброс углекислого газа в Германии, раздели 945 млн т (=945 млрд кг) на 2,3. Получится около 41 млрд л бензина, что составляет примерно 47 млн л, или 47 000 м³ в час, так как в году 8760 часов. В секунду (в часе 360 секунд) получилось бы 130 кубометров, или 130 000 л. Такое количество можно сравнить с рекой средних размеров, например Майном в районе Вюрцбурга или Неккаром под Мангеймом. Эта воображаемая река, которой нет ни на одной карте, но которая тем не менее существует, разветвляется на миллионы и миллионы притоков, ручьев и капилляров, покрывающих всю территорию Германии и снабжающих энергией ископаемого топлива все здания, транспортные средства и заводы. Если бы мы отказались от использования атомной энергии и возобновляемых источников энергии, эта река была бы гораздо больше.

самая энергия, которую мы расходуем — ежедневно и ежечасно!

61 Подсчитай и удивись: расходуемая нами энергия в пересчете на новогодние елки

1. Есть и другая альтернатива: вместо бензина можно перевести расходуемую нами энергию в древесину или для большей наглядности в деревья. А какое дерево самое известное? Новогодняя елка. Обычная новогодняя ель (пихта Нордмана) достигает около 1,8 м в высоту, весит примерно 10 кг (сухой вес — 5 кг) и содержит приблизительно 2,2 кг углерода (чуть менее половины сухой древесины состоит из углерода). Из одного килограмма чистого углерода получается 3,7 кг углекислого газа (один атом углерода присоединяет два атома кислорода, за счет этого вес его увеличивается). Если сжечь новогоднюю елку, образуется 8,14 кг углекислого газа. Этого вполне достаточно, чтобы перевести наши следы — углекислый газ — в новогодние ели.

2. Теперь наших знаний хватит, чтобы рассчитать, сколько понадобилось бы новогодних елок для поддержания огня вокруг нас не с помощью природного газа, бензина, нефти и угля, а с помощью древесины. В год нам потребовалось бы, по моим подсчетам, около 1412 елок. Каждый день мы сжигали бы по три дерева. В конце года осталось бы еще 300 штук, их можно было бы сложить в огромный костер и зажечь его на Новый год! Наши соседи, родители и дети сделали бы то же самое! Что и говорить, мы потребляем огромное количество энергии.

IX

ИВОЛГА



IX

ИВОЛГА

В облачный августовский день на берегу озера под Фельдафингом, прямо напротив Розенинзеля, я обратил внимание на мужчину лет пятидесяти, который прогуливался по берегу в бриджах и странной кепке в зеленую клетку. Он то и дело останавливался, тихо и неподвижно стоял с сосредоточенным видом, потом делал несколько шагов вперед или назад, наклонял голову и снова застывал. Он прислушивался к птичьим крикам и негромкому щебетанию, доносившемуся из зарослей тростника на берегу озера, со стороны кустов и деревьев, хотя был уже август. Мужчина то и дело смотрел в бинокль. Я заговорил с ним, узнал, что он англичанин и что зовут его Стивен. Обрадовавшись моему интересу, Стивен предложил пройтись немного вместе. Рассказал, что вообще-то приехал сюда играть в гольф, но, будучи страстным *birder* — наблюдателем за птицами, отправился на поиски *oriole* — так звучит английское название. Когда он показал мне эту птицу в своем карманном английском справочнике-определителе, я узнал в ней иволгу.

Иволга — довольно странная птица, поскольку у нее желтое оперение. На картинках в справочниках она вовсе не кажется местной. Яркая окраска придает ей экзотичность. «Будто заморский принц», — заметил Стивен, приподнял одну бровь и добавил: «Или какой-нибудь денди, как Элтон Джон».

В орнитологических справочниках пение иволги передается звуком «фю-тиу-лиу». Немецкий юморист Виктор фон Бюлов, известный под псевдонимом Лорио (иволга по-французски), нередко пародировал в своих скетчах эту птицу, изображая ее крик так: «Фи-у, ты-у дуралиу!». До сих пор мне не доводилось слышать пения иволги, да и ее саму я тоже не видел.

Поднялся ветер, небо затянули тучи, начал накрапывать дождь. На берегу осталось лишь несколько рыбаков.

По мнению Стивена, озера — идеальный наблюдательный пост для начинающего орнитолога: «Здесь птиц видно лучше, чем в лесу или в поле, потому что они не прячутся». В самом деле, хотя мы не так уж и долго гуляли вдоль берега, нам удалось увидеть не менее 21 вида птиц. О каждой из них Стивен мог поведать целую историю: птицами он занимался с детства. Он вырос в деревне, где и полюбил птиц. «Наблюдать за ними легче, чем за другими животными. Для этого не требуется дорогостоящего оборудования, можно сразу приступить к делу. К тому же в Европе не так много видов птиц — всего несколько сотен». Неудивительно, что орнитология — *самое настоящее* природное хобби. В Англии, как уверял меня Стивен, любовь к птицам — *birding* — даже стала национальным видом спорта! Королевское общество защиты птиц насчитывает более миллиона членов! На родном острове Стивена, по его словам, больше биноклей, чем собак!

«Никакому другому классу животных люди не обязаны так, как птицам!» — утверждал Стивен, ссылаясь на многочисленные продукты, которые дают нам птицы, — от яиц до пуха и перьев. Не будь птиц, люди ни за что не додумались бы строить самолеты! Самое известное ископаемое животное — археоптерикс — тоже птица. Как он лежит на своем известняковом ложе, с вывихнутой шеей и распростертыми сломанными крыльями, — вид его не может не вызвать жалости. Как Христос!

Стивен показывал мне птиц, прислушивался, называл их. Я разглядывал в справочнике птиц, которых Стивену удавалось опознать издалека, но не находил никакой связи между этими картинками и тем, что я видел в сером небе и на воде. С расстояния 20–30 м птица кажется не больше комара. Конечно, птицы выделяются своим оперением, но не в их привычках садиться так, чтобы их оперение было хорошо видно. Обычно мы видим лишь силуэт на темном фоне, или же птица находится так далеко, что все краски сливаются. А некоторые птицы меняют оперение в зависимости от возраста, пола или времени года!

От бинокля, который дал мне Стивен, поначалу тоже было мало толку: только я направлял его на птицу, как

она тут же улетала. Британский орнитолог указал на черных крачек вдальеке, я попытался поймать в объектив летевших зигзагом птиц. Когда мне наконец это удалось, я не обнаружил ни малейшего сходства с картинкой в справочнике. «У них уже началась линька», — пояснил Стивен. Позже он заметил в кустах еще несколько крачек, но они так быстро перескакивали с ветки на ветку, что я не мог разглядеть в бинокль ни одну из них. Я представлял себе черных крачек черными в соответствии с их названием, но птичка на ветке оказалась коричневой: «Самочка!» — определил Стивен. Из прибрежного леса вылетела крупная хищная птица, я думал, это канюк, но Стивен решил, что это ястреб, так как по силуэту он несколько отличался от канюка — тело было более округлым. Как я узнал потом, канюки тоже выглядят по-разному.

Способность Стивена различать птиц, «определять» их, как выражаются специалисты, граничила, на мой взгляд, с чудом, ясновидением, индейством, так как у многих птиц мы успеваем лишь краешком глаза заметить тень, услышать тоненький писк. Как объяснил мне Стивен, все дело в общем впечатлении, *chiss* — слово проскользнуло мимо, будто птица. Я нашел его в словаре — оказалось, что это слово пишется *jizz* и одно из его значений — «живое общее впечатление». Птиц можно идентифицировать по общему впечатлению, которое они производят, так же как людей издали узнают по походке и манере держаться.

За такими разговорами мы вскоре оказались там, где, как предполагал Стивен, прячется иволга. Но, как мы ни прислушивались, «фю-тиу-лиу» не услышали. «Я так и думал, что они уже улетели, — сказал Стивен. — Им предстоит дальний путь». Иволги летают на огромные расстояния — через Альпы, Средиземное море и Сахару!

Иволга зимует в Южной Африке, Мозамбике или Кении. Любители птиц многое бы отдали, чтобы отправиться туда вместе с ними. Стивен может позволить себе путешествовать вслед за птицами. Он то играет в гольф, то наблюдает за птицами. Хотя Стивен и не относит себя к числу тщеславных наблюдателей, которые стремятся увидеть как можно больше из 9000–10 000 видов птиц просто так,

«для галочки», но, как он дал мне понять, материально обеспечен и может сколько угодно предаваться любимому занятию, самой красивой науке — орнитологии!

Пение птиц его ни капельки не восхищает, часто кажется монотонным. Самое захватывающее зрелище для него — стаи перелетных птиц. Подумать только, примерно 50 миллиардов — около четверти всех живущих на Земле птиц — каждый год снимаются с насиженных мест и отправляются в дальние края. Как объяснил мне Стивен, перелет птиц в некотором смысле можно сравнить с дорожным движением в период каникул и отпусков. Маршруты у пернатых всегда одинаковы, из-за чего в некоторых местах образуются «пробки». Там и северные перелетные птицы, которые останавливаются передохнуть на Балтийском и Северном морях или даже зимуют здесь, — их можно наблюдать сотнями, а то и тысячами, и птицы, которые летят на юг. Всем, кто хочет попасть в Африку, нужно как-то перелететь Средиземное море. Или слева, или справа. Некоторые выбирают середину: «Там, где пролегают птичьи маршруты, как на автобанах, есть излюбленные площадки для отдыха, где в сезон перелета можно наблюдать несметное количество птиц. В это время я часто бываю на Гибралтаре, британском владении между Европой и Африкой. Туда прилетают тысячи и тысячи крупных перелетных птиц — не только маленькие иволги, но и канюки, орлы, бесчисленные аисты. Больше их только в Палестине, где перелет происходит словно в горлышке бутылки между пустыней и Средиземным морем. Грандиозное зрелище...».

«Бавария — тоже перелетная зона, — сказал Стивен, указывая на стрижей и ласточек, проносящихся над нашими головами. — Они в пути. Они летят с севера на юг, а потом через альпийские перевалы. Через несколько месяцев они будут в Африке».

«В Африке!» — мечтательно повторил Стивен и посмотрел на юг, где возвышались Альпы. Потом он перевел взгляд на часы, сказал, что скоро начнется следующая игра, церемонно попрощался и поспешил прочь на своих длинных тонких ногах.

Открой для себя птиц!

62 Пение черных дроздов по утрам

КОГДА: с марта по июль, с 4.00 до 6.00 утра

1. Еще 200 лет назад черный дрозд был редкой лесной птицей. В городах дроздов вообще не встречалось. Только в XIX в. эта птица, судя по всему, привыкла к человеку и начала вить гнезда рядом с ним — сейчас удивительное пение дроздов вносит особую ноту в звуковой образ всех человеческих поселений.

2. Черный дрозд (рис. 35) — великолепный певец: он намного изобретательнее в музыкальных трелях, чем соловей. Соловей, скорее, одаренный исполнитель, который виртуозно и с чувством исполняет несколько мотивов; дрозд же, напротив, композитор с богатой фантазией. Он грациозно садится на ветку, мило балансируя хвостом, и начинает петь. Его трели, напоминающие звуки гобоя, радуют слух — за исключением тех случаев, когда он кого-то предостерегает или ругает (цек-цек-цек-цек-цек!).

3. Наиболее сильное, глубокое впечатление пение черного дрозда производит весной и в начале лета незадолго до рассвета. В это время звучат его первые трели. Они раздаются повсюду — вдалеке и вблизи, кажется, что дрозды вездесущи. Пение дрозда создает особое звуковое пространство — если закрыть глаза, то кажется, будто стоишь у безбрежного моря, а звуки выскакивают из него, как дельфины. Они поднимаются над водой, грациозно изгибаются, раздается всплеск — и вот уже они снова скрылись в океане. Есть ли на свете человеческий хор, способный создать такое настроение? Голоса сотен тысяч



Рис. 35. Дрозд

дроздов в праздничном черном одеянии сливаются в хор; их пение создает неповторимую атмосферу.

4. Примерно через полчаса после того, как начинают петь дрозды, к их большому торжественному хору присоединяются другие, менее одаренные певцы. Сначала пеночка, которая насвистывает свою незатейливую навязчивую мелодию, за ней славки, поющие суетливо и без умолку. Затем раздается воркование голубей, а напоследок — воробьиное чириканье. По птицам можно сверять часы. Может, дрозды специально поют в такую рань, чтобы их песня хотя бы полчаса звучала чисто, без помех.

63 Пение черных дроздов на чужбине

ГДЕ: в дальних краях

Сейчас дрозды встречаются по всей Европе. Если ты поедешь куда-нибудь на каникулах и увидишь там черного дрозда, обрати внимание на его пение: его почти всегда можно без труда отличить от пения дроздов в наших краях. В других странах люди говорят иначе — так и у животных, по всей видимости, есть свои языки и диалекты. Только красивый, напоминающий звуки гобоя основной тон всегда прорывается в пении любого черного дрозда.

64 Как научиться различать голоса птиц

КОГДА: с февраля по август — лучше всего для этой цели подходит март

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: орнитологический справочник с компакт-диском, бинокль, тетрадь для записи наблюдений

1. Различать голоса птиц — искусство, которому трудно научиться в одиночку: лучше осваивать его вместе с друзьями. Почти везде можно принять участие в орнитологических походах — их организуют волонтеры из Немецкого союза охраны природы и биоразнообразия и участники других объединений. Если хочешь научиться различать птичьи голоса, начни прислушиваться к ним ранней весной: в это время поют лишь некоторые виды птиц, в первую очередь дрозды и синицы. С марта по май большинство перелетных птиц возвращаются с зимовки, и концерт становится таким разноголосым и сложным, что в нем очень легко запутаться. В первые весенние недели, пока деревья еще не покрылись листвой, птиц проще определять по внешнему облику, оперению и поведению.

2. Попробуй описать услышанные куплеты — короткими они были или длинными, как менялась высота тона, какое впечатление произвело на тебя пение в общем (например, «спокойные трели дрозда» или «беспорядочная

болтовня скворца»). Можешь нарисовать кривую изменений высоты тона, а тот, кто владеет нотной грамотой, пусть эти изменения запишет. Без этих описаний ты быстро забудешь то, что услышал. Попробуй также *воспроизвести* пение какой-нибудь птицы — благодаря этому ты заметишь, хорошо ли ты понял песню или нет. Многие из этих звуков ты, конечно, повторить не сумеешь, но можешь попробовать их описать. Ты сразу обратишь внимание, как странно, сюрреалистично выражается большинство птиц. Звуковые пособия типа компакт-дисков с записями птичьих голосов обязательно помогут тебе вспомнить их песни. Но не стоит полностью на них полагаться: в действительности птицы редко поют так громко, четко и полно, как на диске. В пении многих птиц наблюдаются индивидуальные вариации, кроме того, как уже было сказано, в разных регионах свои диалекты.

65 Как приманить дятла

ГДЕ: там, где слышны крики зеленого дятла (рис. 36): в парках, в лесу, на берегах озер

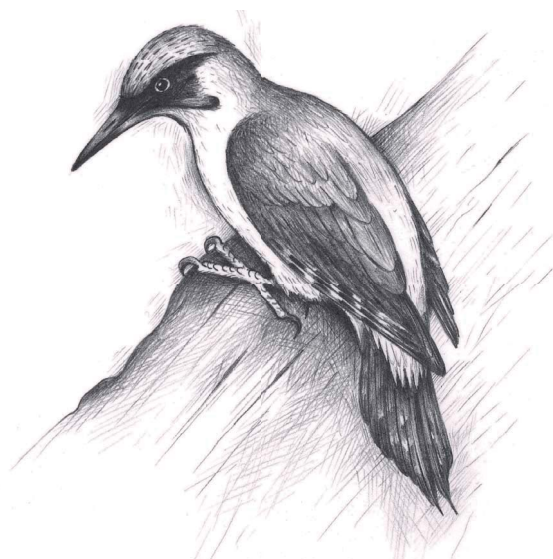


Рис. 36. Дятел

Так называемый хохот зеленого дятла — ниспадающую лесенкой мелодию — с успехом можно имитировать свистом. Услышав крики дятла, не отказывай себе в удовольствии покричать в ответ. Я проделываю это весной, когда зов дятла раздается в лесах и парках. Часто бывало, что после этого прилетал готовый к обороне зеленый дятел (для него характерна волнообразная траектория полета), устраивался на верхушке ближайшего дерева и испытующе за мной наблюдал.

66 Соловьи в Берлине

ГДЕ И КОГДА: в Берлине с марта по июнь

Обычные экскурсоводы сосредоточиваются исключительно на культурных особенностях городов. А ведь во всех крупных городах есть и выдающиеся природные феномены!



Рис. 37. Соловей

Среди орнитологов Берлин известен как город соловьев (рис. 37). В Германии около 9000 соловьиных пар, каждая шестая из них проводит лето в берлинских скверах. Нигде больше у тебя не будет такой великолепной возможности послушать соловья, как здесь. Узнать его пение можно в первую очередь по *впечатлению*, которое оно производит: соловьиная песнь глубоко романтична, исполнена тоски, она постепенно нарастает, с каждой минутой звучит все более страстно и тревожно, а потом снова стихает...

Убедиться в том, что ты слышишь именно соловья, а не какую-либо другую птицу, можно и по времени суток. Соловей поет только в романтической обстановке — вечером и ночью. Ночное пение соловья можно услышать с начала весны до середины мая.

После этого большинство самцов — поют только самцы — уже находят себе подругу и теперь поют только днем или ранним утром. Так они защищают свою территорию.

67 Птицы дарят утешение

КОГДА: в трудные времена

Птицы не только делают своих друзей счастливыми, но и утешают их. Тому есть прекрасное документальное подтверждение — тюремные письма Розы Люксембург. Так, в августе 1915 г., находясь в берлинской женской тюрьме на улице Барнимштрассе, она писала своей подруге Гертруде Цлоттко:

«Вы только подумайте: где-то по соседству со мной живет гусь — настоящий пернатый гусь; иногда он кричит, что приводит меня в восторг; к сожалению, бывает это очень редко. Знаете, почему мне так это нравится? Сегодня я поняла: куриное кудахтанье или утиное криканье — это такой материнский, озабоченный голос

старой домашней птицы, а в гусином крике еще угадывается дикая, неприрученная птица, которая на зиму улетает на юг, в этом крике — упрямство высокого полета, далекий клич; в самом деле, когда я слышу эти нечленораздельные гусиные крики, мое сердце сжимается от тоски — сама не знаю, по чему я тоскую: просто по неизвестным далям, по миру. Черт побери! Если б только я могла улететь далеко-далеко, как дикий гусь! Я взяла бы Вас с собой».

X

ЛЕТУЧИЕ МЫШИ



Х

ЛЕТУЧИЕ МЫШИ

Однажды звери собрались в густом лесу возле старого дуба, который рос посреди большой поляны, и начали выяснять, кто из них дольше знаком с человеком и лучше его знает. Разумеется, первым подал голос пес, заявив, что очень близко знаком с человеком и знает его лучше всех, да и вообще он его единственный настоящий друг. Однако старая черепаха, председатель собрания, возразила, что человек и собака знакомы не так уж давно: «Вы всего несколько тысяч лет живете рядом с человеком! А люди появились гораздо раньше!» Пес обиженно заскулил. «Мы знакомы с ледникового периода!» — тявкнул он. «Да это было всего 15 000 лет назад, а может, и того меньше», — ответила черепаха. Пес поплелся прочь и свернулся клубком в углу.

«Кто еще хочет взять слово?» — спросила старая черепаха. Тут прилетела муха и прожужжала, что знает людей лучше и ближе, чем любой другой зверь, ведь она каждый день наблюдает за людьми своими фасеточными глазами, ей знаком каждый квадратный сантиметр человеческой кожи, все человеческие кушанья и испражнения! Именно ее жужжание открыло людям мир звуков, именно она — прародительница их музыки!

Но черепаха снова объявила, что муха выбывает из соревнования, потому что она поселилась рядом с людьми только после того, как они начали строить себе теплые, уютные комнаты: «Потому ты и называешься комнатной мухой! Ты провела рядом с человеком лишь несколько коротких тысячелетий. А мы ищем того, кто сопровождал человека на протяжении *всей* истории, а не только последнее время...»

Вдруг из-под земли послышался чей-то глухой голос: — Я, я знаю человека лучше других!

— Это ты, крот? — спросила черепаха, наклонив голову к земле.

— Нет, это я, мамонт. Я погребен здесь, глубоко-глубоко под землей!

Звери испуганно переглянулись, некоторые волки завывали.

— Это были лохматые существа, — продолжал мамонт глухим голосом, — и весьма опасные! Они нам сильно докучали в железном веке!

Старая черепаха покачала головой.

— Может, ты и наблюдал за древними людьми, но разве ты подходил к ним близко? Стоило тебе приблизиться, тебе или людям наступал конец. Значит, ты не тот, кого мы ищем. Неужели мы так никого и не найдем?

Тут с вершины старого дуба послышался не то тихий писк, не то стрекотание. Звери посмотрели вверх. Над их головами висела летучая мышь. Она, судя по всему, только что проснулась и весело щурилась, глядя вниз.

— Вы ищете того, кто очень давно знает людей? — спросила она высоким голосом.

— Да, это так, — ответила черепаха. — Но доводы наших кандидатов не слишком убедительны. Похоже, среди нас, зверей, у человека нет ни одного верного друга.

— Ну, — начала летучая мышь, — вопрос о том, действительно ли мы, летучие мыши, друзья человека, затрагивать лучше не будем. Но знаем мы его дольше всех.

— И как давно вы с ним знакомы?

— Наш род довольно стар... Когда над землей порхали первые летучие мыши — 50 миллионов лет назад, — людей здесь вообще не было, только обезьяны! Мои предки стаями кружили вокруг них по ночам, потому что они притягивали мошкар, как магнит!

— Понятно, — сказала старая черепаха, — значит, ты считаешь, что раз твои предки летали вокруг людей, то вы знаете их лучше, чем другие звери?

— Нет, — ответила летучая мышь, — мы не только порхали вокруг них время от времени. Мы изучили их досконально. Ведь уже несколько сотен тысяч лет мы с людьми живем бок о бок!

— Как это, — удивилась черепаха, — ведь люди вас не приручали?

— Нет, не приручали, — согласилась летучая мышь, — но они селились в тех же местах, что и мы. Когда первые люди пришли в пещеры в поисках убежища, на кого они там наткнулись? Конечно же, на летучих мышей. Мы жили вверху, они внизу. Мы наблюдали за ними и подслушивали их день и ночь, как из удобной театральной ложи, прячась в недосягаемых уголках между парой сталактитов под самым потолком пещеры. Благодаря этому мы очень хорошо их изучили. Мы соседствовали с ними в Европе, Африке, Азии, Амазонии и Австралии.

— Ладно, — перебила ее черепаха, — но ведь, как известно, со временем люди вышли из пещер и начали строить себе хижины, дома и города!

— Конечно, — пропищала летучая мышь, — и в этом их большая заслуга! Именно в их храмах и городах нам всегда находилось место. В наших летописях подробнее всего описаны религиозные культы людей — начиная с Дельфийского оракула и священных пещер майя и заканчивая синагогами и первыми церквями! Летучие мыши по сей день исправно посещают церкви и мечети! Мы знаем все священные уголки и тайные подземные ходы, которые вырыли себе люди, все подвалы и мрачные покои, все сокровищницы! На всех континентах, потому что, куда бы ни явились люди, мы были уже там!

— Похоже, вы и в самом деле хорошо знаете людей, — промолвила черепаха. — И что вы можете о них сказать?

— Многое, — пискнула летучая мышь. — Тысячелетиями мы хорошо ладили. Кое-где нас даже почитали. Волшебники, ведьмы, целители и шаманы, а впоследствии и поэты относились к нам с почтением, так как считали, что мы обладаем сверхъестественной силой. Однако именно поэтому они то и дело на нас нападали. Люди боялись нас, потому что мы можем летать в полной темноте, думали, что мы в сговоре с чертом. Но последние сто лет наша жизнь сильно ухудшилась — кажется, люди объявили нам войну. Химические яды доставили нам немало хлопот, а теперь еще эта эконо-

мия энергии! Каждый уголок запирают, нигде не найдешь открытый чердак или подвал, это совсем никуда не годится. Но мы давно отомстили им за все зло, которое они нам причинили, теперь мы квиты.

— Это как? — удивилась черепаха.

— Нам докучает один паразит — постельный клоп, он питается нашей кровью. В архивах наших предков зафиксировано, что именно этого паразита стая летучих мышей потряхнула на племя неандертальцев, преследовавших их дымом и огнем. С тех пор клопы мучают людей, наказывая их за гонения, которым они нас подвергали. По сей день!

По собранию прокатилось тихое хихиканье, ворчание и рычание, а старая черепаха молча улыбнулась. Она нашла ответ на свой вопрос.

Открой для себя слух!

68 Ухо

ОБСТАНОВКА: прислушиваясь

1. Как известно, летучие мыши ориентируются с помощью ушей. Мы же, люди, — животные глазастые. Поэтому, если с чем-то нужно обращаться особенно осторожно, мы это «бережем как зеницу ока». Никому не пришло бы в голову сказать «береги как ухо». Во-первых, наши глаза в некотором отношении точнее и намного чувствительнее ушей. Во-вторых, в этом выражается наше пренебрежительное отношение к ушам. Некоторые систематически разрушают свой слух, постоянно подвергая его действию больших и маленьких динамиков, и ничего страшного в этом не видят.

2. Такое неуважение к ушам связано с нашим образом жизни. Мы живем в освещенных городах, со всех сторон нас окружают экраны. В лесу и в поле, в отличие от городских улиц и тротуаров, слух часто обладает преимуществом перед зрением. Поэтому все лесные обитатели больше, чем мы, ориентируются на слух. Не только летучие мыши разбираются в звуках лучше нас! Мы живем в мире технической цивилизации и мало обращаем внимание на звуки. Это не только наша врожденная особенность, но во многом и следствие нашего образа жизни.

3. Наша нижняя граница слуха соответствует субконтроктаве С, которую можно сыграть на некоторых органах. С точки зрения физики, этот звук соответствует 16 колебаниям в секунду, другими словами, имеет частоту 16 Гц. Некоторые способны различать и более низкие звуки.

4. Есть несколько способов составить себе представление о таких низких звуках. Глухой гром в грозу имеет диапазон всего несколько герц. Значит, когда ты слышишь раскаты грома, ты воспринимаешь самые низкие звуки, которые только способно различить ухо. Дребезжание оконных стекол, которое раздается иногда между слышимыми ударами грома, свидетельствует о том, что гром, очевидно, имеет и более низкие колебания, недоступные нашему слуху.

5. Чтобы услышать низкий звук прямо сейчас, заткни уши большими пальцами и сожми руки в кулак. Ты услышишь очень низкий звук — около 25 колебаний в секунду. Это так называемый мышечный шум — звук, возникающий при сжатии мышечных клеток. В том, что этот звук действительно издают мышцы, а не трение пальцев друг о друга, легко убедиться: он продолжается до тех пор, пока ты не расслабишь мышцы пальцев.

6. Верхняя граница человеческого слуха, если выразить ее в тонах, в среднем соответствует 16 896 колебаниям в секунду — так называемой семиштриховой октаве. Звук этой высоты — ультразвук — издают энергосберегающие лампы; его улавливают некоторые люди, а также кошки и собаки. Для сравнения: стоматологическая бор-машина создает колебания намного ниже этой границы — около 4500 колебаний в секунду.

7. Высокие звуки, как правило, на большом расстоянии не слышны: они быстро поглощаются. А низкие голоса часто слышны издали. С большого расстояния мужчин обычно слышно лучше, чем женщин, даже если громкость голоса у них одинакова.

8. Чувствительность человеческого слуха можно выразить в октавах. Октава — единица измерения высоты звука. Например, голос взрослого мужчины звучит примерно на одну октаву ниже, чем голос маленького мальчика. С точки зрения физики, октава — это музыкальный

интервал между звуком определенной частоты и другим звуком, частота которого в два раза больше. Человеческое ухо различает звуки в диапазоне десяти октав. Удивительный спектр — учитывая, что необученный человек, пробуя себя в качестве певца, еле-еле дотягивает до одной-двух октав (только уникальные вокалисты — такие, как умершая в 2008 г. перуанская певица Има Сумак, — владеют голосовым диапазоном в четыре-пять октав).

9. Но, каким бы удивительным слухом мы ни обладали, большинство летучих мышей мы не слышим. Они почти всегда посылают сигналы высокой частоты, недоступные нашему слуху: от 20 000 колебаний в секунду (20 кГц) до 100 000 колебаний в секунду (100 кГц). Человеческому уху за такими звуками не угнаться — особенно если расстояние очень велико. Хотя высокочастотные звуки отражаются даже от самых маленьких препятствий, на большие расстояния они не распространяются. Лишь очень немногие летучие мыши издают звуки слышимых частот, и то мы улавливаем их, только если случайно окажемся поблизости от крылатой охотницы, а вокруг будет тихо. Как-то раз я слышал на уже упомянутой крыше отеля в Южной Бразилии охотничьи кличи, которые издавала стайка летучих мышей. Звук этот был очень тихим, его можно сравнить с высоким писком землероек.

69 Наблюдение за летучими мышами

ГДЕ И КОГДА: на берегу озера поздним летним вечером, когда много комаров

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: карманный фонарик

1. В Германии летучие мыши (рис. 38) находятся под охраной, так что постарайся лишней раз не тревожить этих животных в их убежищах. На каникулах ты сможешь понаблюдать за ними, не мешая им при этом. Только вот когда и где они появляются? Все европейские



Рис. 38. Летучая мышь

летучие мыши питаются исключительно насекомыми. Если представится случай, ты можешь увидеть их в темное время суток, когда вокруг вьется много насекомых (ты определишь это по числу комариных атак), т. е. теплыми вечерами и ночами в начале лета. Для наблюдений особенно хорошо подходят озера: тучи мошек притягивают летучих мышей.

2. В сумерках ты увидишь здесь летучих мышей, которые специализируются на охоте у воды, — водяных ночниц. Это довольно распространенный вид, поэтому вероятность встретиться с его представителями относительно велика.

3. Можешь продолжить наблюдения и в более поздний час: направь луч фонарика параллельно водной поверхности и дождись, когда в поле твоего зрения окажется летучая мышь. Свет им, как правило, не помеха.

4. В Германии обитает 23 вида летучих мышей; вооружившись справочниками, ты определишь по их полету и месту появления, какой именно вид перед тобой. Хорошее подручное средство — ультразвуковой микрофон: с его по-

мощью можно усилить сигналы летучих мышей, и их станет слышно.

5. Если ты считаешь, что следить за летучими мышами довольно сложно, могу тебя уверить: эта разновидность млекопитающих лучше всего поддается наблюдению. Летучая мышь летает на виду, в то время как другие млекопитающие обычно прячутся где-нибудь в лесу или в норах, а едва завидев нас, тут же пускаются наутек. Летучие мыши — единственные дикие животные, за которыми можно наблюдать, когда они охотятся. Кроме того, их жизнь очень интересна, и это самый многочисленный отряд млекопитающих в Германии. В настоящее время в Германии насчитывается 93 вида диких млекопитающих (человек и его домашние животные в расчет не принимаются), в том числе 23 вида летучих мышей.

70 Каково быть летучей мышью? (Часть 1)

ОБСТАНОВКА: мечтая в любом месте

1. «Каково быть летучей мышью?» — название эссе, написанного в 1970 г. американским философом Томасом Нагелем. В этом эссе он пишет, что, каким бы количеством сведений о летучих мышах мы ни располагали, мы все равно не узнаем, каково это — быть летучей мышью. Единственная возможность выяснить это — превратиться в летучую мышь. Так, по крайней мере, считает Томас Нагель. Звучит банально, но Нагель стремится доказать, что между объективными и субъективными фактами существует принципиальное различие. По его мнению, даже самое глубокое понимание не дает представления о том, что переживают другие существа, в том числе и люди. Почему же для иллюстрации своих идей Нагель выбрал именно летучую мышь? Наверное, потому, что ему, как и многим другим, это животное кажется особенно странным, чужим. Эссе Нагеля широко обсуждалось, его текст о летучей мышце упоминался во многих публикациях, в том числе в статье под названием «Каково быть термоста-

том?». Британский романист Дэвид Лодж использует вопрос, каково быть летучей мышью, в качестве лейтмотива книги «Думают...», и отвечает на него в главе, которая состоит из пяти текстов, пародирующих стиль разных известных писателей.

2. Из-за крошечных глазок и огромных ушей летучие мыши многим кажутся отвратительными. К тому же, в отличие от птиц, они не слишком общительны. Несмотря на это, на фотографиях у них часто открыт рот, а из него торчат острые зубы. Это придает им угрожающий вид.

3. Однако мир летучих мышей невероятно интересен, так как они ориентируются почти исключительно посредством эхолокации: они испускают ультразвуковые сигналы и прислушиваются к эху. Летучие мыши прекрасно разбираются в звуках. Нам стоит поучиться у них обращать внимание на то, как звучит мир.

71 Каково быть летучей мышью? (Часть 2)

ГДЕ И КОГДА: во время телефонного разговора; в автомобиле

1. Летучие мыши видят ушами. Мы тоже ориентируемся не только с помощью глаз, но и по звуку. Звук как источник информации обладает некоторыми преимуществами по сравнению со светом. Звук может огибать углы, а свет — нет*. Поэтому мы кричим, когда не видим друг

* Это не совсем верно: свет тоже может заглянуть за угол. Сидя перед экраном с крупно набранным текстом на белом фоне, посмотри на одну из строчек текста поверх ровного края листа. Осторожно, миллиметр за миллиметром, двигая лист вверх-вниз, ты заметишь некоторую странность: буквы изгибаются, они все еще немного видны, хотя, вроде бы, давно должны были скрыться под листом. Нечто подобное ты увидишь, глядя поверх пальца или острия карандаша на отдаленный предмет, состоящий из нескольких частей, границы между которыми четко видны. Значит, свет все же немного загибается за угол.

друга. И поэтому дома легко скрыться от посторонних взглядов, но не от уличного шума.

2. Мы общаемся с помощью звуков — это лучше, чем, скажем, с помощью световых эффектов, как светлячки. Звук — *более надежное* средство передачи информации, чем свет. Его не так легко заслонить. Звук имеет некоторое сходство с запахом, но, в отличие от запахов, звуки более разнообразны и быстрее распространяются; однако они сразу же исчезают.

3. На улице мы часто слышим автомобили раньше, чем замечаем их; так же и с комарами. В отличие от глаз, которые смотрят только вперед, уши могут улавливать звук спереди, сзади, сверху и снизу. Как бы мы ни напрягали зрение, мы не разглядим, что у предметов внутри, — для этого нужны специальные приборы; а вот звук доносится и изнутри, потому что поверхностям не так легко задержать его, как свет. Для врачей привычка вслушиваться стала профессиональной; но и опытные механики *слышат*, исправна ли машина или двигатель или же барахлит. Во многих ситуациях свет сообщает нам о том, «что происходит» или «что на нас надвигается», а потом уже мы напрягаем глаза, чтобы «осмотреться» и составить себе более точное представление о сложившейся обстановке. Свет, как правило, указывает, с какой стороны на нас что-то надвигается, а смотрим мы для того, чтобы понять, что это такое и где оно находится. Даже в лабораториях, использующих высокие технологии, например растровый электронный микроскоп, данные часто вначале прослушивают, потому что так можно быстрее определить, «есть ли там что-то».

4. Предметы не обязательно должны сами издавать звуки, чтобы стать для нас источником полезной информации. Эхо наших шагов или голоса, когда мы разговариваем, может многое рассказать о том, что находится вокруг нас. В маленьком помещении шаги и голоса звучат иначе, чем в большом, а внутри — иначе, чем снару-

жи. Мы редко обращаем внимание на подобные различия, потому что то, что сообщает нам звук, доступно и глазу. Только если в подвале отключили свет или же мы двигаемся в незнакомой темной комнате, мы ориентируемся на слух.

5. Значит, звук может многое нам рассказать, даже если не пользоваться привычными средствами человеческого общения, а обращать внимание только на звуки и шумы. И все же у звука есть и существенные недостатки по сравнению с глазом, поэтому большинство согласилось бы, скорее, лишиться слуха, чем зрения. Главное преимущество звука одновременно является и самым большим его недостатком. Звуки доносятся до нас и из-за угла, а значит, они скрывают от нас углы. Звук делает пространство однородным, он превращает угловатые объекты четкой формы в расплывчатые препятствия без острых краев. Хотя мы слышим, что в помещении наши голоса и шаги звучат не так, как снаружи, но нам стоит больших усилий определить на слух, где в этом помещении двери, а где — большие шкафы. А если бы мы захотели услышать, где на стене висит картина или в какой части стола находятся тарелки и вилки, нам ни за что бы это не удалось. Независимо от того, говорим ли мы низким голосом или повышаем его до предела, по одному только эху мы при всем желании не сможем определить местонахождение мелких предметов в комнате. Для этого пришлось бы открыть глаза или ориентироваться на ощупь.

6. Именно в этом и заключается акустическое искусство летучей мыши. По эху ей не только удастся определить, где расположены в комнате мелкие предметы вроде ножей и вилок, но и найти, например, муху, сидящую на ноже. Для этого летучая мышь постоянно что-то напевает себе под нос — в ультразвуковом диапазоне, так, что нам ее не слышно. Рыжая вечерница, довольно крупная летучая мышь, посылает сигналы с частотой 20 кГц, карликовая летучая мышь — с частотой 50 кГц. С помощью этих

высокочастотных звуков летучие мыши могут почувствовать предметы диаметром около 1,7 или 0,6 см (чтобы почувствовать предмет с помощью звуковых волн, его величина должна быть пропорциональна длине волны. Длину волны можно рассчитать, зная, что скорость звука — это произведение частоты звука на длину волны и что скорость эта равна 344 м/с).

7. Летучая мышь ориентируется в пространстве по эху своих сигналов. «Вещи спят и ждут лишь зова, / В каждой — песня взаперти, / Мир поет, лишь надо слово / Заповедное найти!»* — пишет Йозеф фон Эйхендорф, поэт-романтик. О летучих мышах он при этом точно не думал, и все же именно они нашли это «заповедное слово», потому что для них мир звучит так, как для нас он светится.

72 Каково быть летучей мышью? (Часть 3)

ГДЕ И КОГДА: в пути, на велосипеде, в автомобиле

1. Окружающие нас предметы отражают звуки, которые мы издаем, но мы редко это замечаем — разве что когда ходим по высокой, тихой церкви и слышим эхо собственных шагов. На самом деле почти каждый наш шаг сопровождается эхом, только его заглушает шум шагов. Или когда мы говорим с кем-нибудь по телефону, а наш собеседник в это время переходит из комнаты в комнату, нам хорошо слышно, тесная это комната или просторная, и мы даже можем определить, выложено ли это помещение кафельной плиткой.

2. В мир летучих мышей можно заглянуть и через другое окно, о существовании которого мы даже не подозреваем: это езда на автомобиле. Опустив боковое стекло, мы слышим смесь звуков: шум двигателя, шорох

* Перевод П. Карпа. — *Прим. пер.*

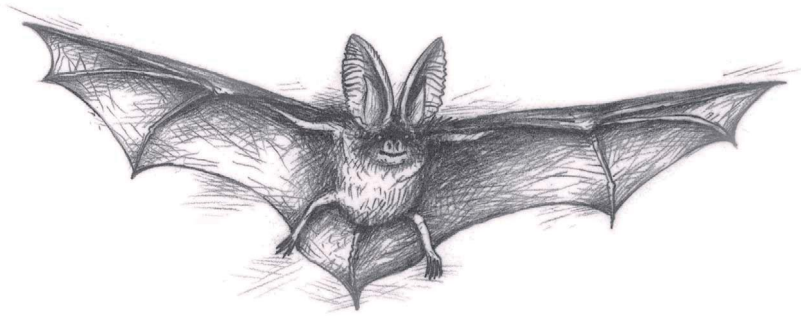


Рис. 39. Летучая мышь

шин и свист воздуха. Эти звуки отражаются от предметов на обочине дороги. Когда едешь с закрытыми глазами по хорошо знакомому маршруту (в качестве пассажира, разумеется) и прислушиваешься к этим звукам, можно на удивление точно определить на слух предметы на обочине. Только скорость движения при этом не должна превышать 60 км/ч, иначе шум ветра заглушит эхо. Вслушайся, и ты будешь поражен: можно, например, различить шум паркующихся у обочины машин, и, конечно же, ты сразу услышишь, если машина въедет в туннель. Не менее явным будет различие между эхом от большой гладкой поверхности, например длинной стены дома, и отражением звука от несплошного препятствия, например от высокой живой изгороди. Мы можем услышать даже маленькие деревца на обочине, диаметр ствола которых не превышает 30 см: у них особое эхо — короткое и высокое, как щелканье ножниц. Это объясняется физическими свойствами высоких звуков (длина волны у них меньше, чем у низких звуков, поэтому они отражаются и от узких и мелких предметов), но нам в первую очередь важно следующее: бывают ситуации, когда мы, основываясь лишь на звуках, можем получить вполне дифференцированное представление о мире. Теперь, по крайней мере, можно представить, как летучей мыши удастся с помощью волшебных ультразвуковых слов заставить мир звучать, чтобы узнать, где она находится и куда ей лететь.

73 Слышимость в ночные часы

КОГДА: тихой ночью

1. Летучие мыши охотятся по ночам. Почему, собственно? На этот вопрос можно ответить по-разному. Можно, например, сказать, что они охотятся именно по ночам, так как в это время суток у них мало конкурентов: другие насекомоядные в основном отправляются на охоту днем, а ночью спят.

2. А может быть и так, что летучие мыши охотятся по ночам, потому что ночью они слышат лучше и на больших расстояниях. А ведь именно способность хорошо слышать для летучих мышей самая главная.

3. Когда просыпаешься среди ночи, а окно открыто, через некоторое время замечаешь, что начинаешь улавливать разные звуки, которые днем были не слышны. Я, например, очень часто слышу по ночам, как журчит Лех, хотя от нашего дома до реки более километра. Днем я этого не слышал даже в тихие воскресенья. По ночам пространство лучше прослушивается. Звуки кажутся более назойливыми и резкими на фоне тишины. Чем это обусловлено?

4. Конечно, по ночам вообще намного тише, так что наш слух различает даже негромкие звуки. Они больше не тонут в повседневной шумовой каше. Но есть и кое-что еще. Ночью воздух спокойнее, чем днем. Солнце нагревает землю, поднимаются воздушные вихревые потоки. В том, что такие завихрения мешают распространению звука, ты можешь убедиться, сидя у костра: из-за восходящих вихревых потоков горячего воздуха голос того, кто сидит напротив, слышен *значительно* хуже.

5. Ночью завихрения, вызванные подъемом теплого воздуха, ослабевают, образуется стабильное расслоение: внизу, у самой земли, слой холодного воздуха, над ним — теплого, и это способствует распространению звука. Поэтому ночью звуки распространяются в горизонтальном

направлении лучше, чем днем. При условии, что нет ни ветра, ни осадков! Благодаря всему этому летучим мышам удобнее охотиться по ночам. Ночью они слышат на большие расстояния, чем днем!

74 Слышимость на озере

ГДЕ: в лодке

Лучшее время для летучих мышей — ночь, а лучшее место для их охоты — озеро. Они тоже имеют свои акустические особенности. Когда плывешь в лодке по озеру, замечаешь, что на воде береговые шумы слышны лучше, чем на берегу. Пределы слышимости здесь гораздо больше, чем на суше. Не только потому, что на воде вообще меньше звуковых помех, но и потому, что распространению звука ничто не мешает, так как расслоение воздушных масс на воде стабильнее, чем на суше. В тихую ясную погоду или в туман это явление производит особенно сильное впечатление.

75 Эхо

ГДЕ: в помещении

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: беспроводной телефон с функцией громкой связи

1. Когда, разговаривая с кем-нибудь, выходишь из помещения, замечаешь, что снаружи голоса звучат иначе — несколько слабее, чем внутри. Однако это явление не так ярко выражено, к тому же, выходя на улицу, мы сами невольно начинаем говорить громче.

2. Если же ты переведешь беспроводной телефон, который есть почти во всех домах, в режим громкой связи и нажмешь кнопку, чтобы раздался длинный гудок, то одну-две минуты у тебя будет постоянный источник звука, — после этого прибор автоматически переключится на короткие гудки.

3. Подойди с этим гудящим телефоном к стене. Ты сразу заметишь, что звук стал громче и плотнее: его усилило эхо. А как только ты выйдешь на улицу, сигнал станет тоненьким-претоненьким.

76 Лягушка-трещотка укажет тебе путь в ночи

ОТКУДА И КУДА: из помещения на улицу

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: лягушка-трещотка (это такая цветная жестяная игрушка, обычно в форме лягушки (рис. 40), с металлической лентой, которую можно согнуть пальцем. При этом она довольно громко трещит)



Рис. 40. Лягушка-трещотка

1. Звук, который издает лягушка-трещотка, хорош тем, что он, с одной стороны, очень громкий, а с другой — очень короткий (длится всего сотую долю секунды). Значит, благодаря этой игрушке у нас есть возможность услышать эхо, которое отражается от предметов, находящихся на относительно небольшом расстоянии от нас. Звук распространяется со скоростью 344 м/с; за десятую долю секунды он преодолевает 34,4 м, за одну сотую секунды — 344 см. Следовательно, звук лягушки-трещотки проходит ровно 344 см, пока треск не затихнет*.

* Поэтому в грозу ты можешь, разделив количество секунд между молнией и ударом грома на три, вычислить, в скольких километрах от тебя эта гроза сейчас.

2. Значит, если стена от тебя дальше, чем в 172 см, то ты можешь услышать эхо.

Приближаясь к наружной стене с трещащей лягушкой в руке, ты обнаружишь, что звуки усиливаются. Изменяется их высота — они звучат выше! Треск лягушки и эхо накладываются друг на друга и образуют так называемый отраженный звук; по мере твоего приближения к стене этот звук становится все выше. Аналогичный эффект возникает на лестнице многоэтажного дома, когда ты спустишься вниз вдоль стены — звучит почти как гамма. Это характерная музыка лестничных клеток.

Слепые внимательно вслушиваются в эхо и благодаря этому ориентируются в пространстве. Например, Дэн Киш, слепой, живущий в Лос-Анджелесе, беспрестанно прищелкивает языком и прислушивается к тихому эху. По его словам, это позволяет ему сориентироваться — по крайней мере, настолько, чтобы ездить на велосипеде по Лос-Анджелесу.

77 Эффект Доплера

ГДЕ И КОГДА: в автомобиле / на обочине скоростной автомагистрали / летом, когда мимо стремительно проносятся шмели и пчелы / когда по телевизору показывают гонки Формулы-1

1. Когда едешь в автомобиле и тебя обгоняет мотоцикл с шумным двигателем, замечаешь, что в момент обгона звук становится ниже. Нечто похожее происходит, когда мимо проезжает машина скорой помощи с включенной сиреной. В южных странах, где водители любят подолгу сигналить, этот странный звуковой эффект стал вполне привычным. Только некоторые явления, подобно этим звукам, создают иллюзию расширения пространства. Это так называемый эффект Доплера, названный в честь зальцбургского физика Кристиана Доплера, который в XIX в. впервые подробно его описал и использовал для измере-

ния скорости. Эффект основан на том, что в одном случае — когда источник звука приближается — ухо улавливает большее количество колебаний в секунду, а значит, звук кажется более высоким, тогда как в другом случае — когда источник звука удаляется — нашего уха достигает меньшее число колебаний за одну секунду.

2. С этим эффектом ты столкнешься не только в мире двигателей, но и в природе, когда, например, мимо тебя проносятся шмели или пчелы (или когда они кружат вокруг тебя). Композитор Николай Римский-Корсаков использовал похожие звуки для имитации полета шмеля в знаменитой арии из оперы «Сказка о царе Салтане».

3. Поскольку эффект Доплера возникает и при полете насекомых, он интересен летучим мышам. Ведь они питаются насекомыми. А для этого важно слышать, приближается цель или удаляется. Особенно подковоносые летучие мыши, которые крайне редко встречаются в наших краях, научились пользоваться эффектом Доплера, чтобы узнать, в каком направлении летит насекомое: к ним или от них.

78 Забор из штакетника и летучая мышь

ГДЕ И КОГДА: когда проходишь мимо изгородей или занавесок

1. Как же услышать сигналы летучей мыши? К сожалению, соорудить ультразвуковой микрофон из подручных средств невозможно. Мы можем лишь попытаться понять, как устроен такой прибор.

2. С точки зрения физики, звук — это колебания воздуха, которые распространяются волнообразно. Чем меньше волны, тем выше частота. Летучие мыши могут слышать и посылать высокочастотные сигналы.

3. Как сделать эти «звуки» слышимыми? «Жил-был забор, в заборе том / Порядок был: доска — проем...»* — так начинается стихотворение Йоахима Рингельнатца. А при чем тут звуки? Попробуй сам! Очень познавательно пробежать вдоль двойного штакетника! Так здорово заглядывать в проемы!

4. Каждому знакомо ощущение: когда проезжаешь на велосипеде между двойных перил или забора из штакетника, контуры отдельных жердей сливаются — вместо них ясно видны широкие чередующиеся полосы.

5. Кто не любит кататься на велосипеде, может наблюдать это явление на примере белых занавесок. Встань перед занавеской, которая слегка колыхнется на ветру, так что два слоя тюля перекрывают друг друга. Посмотри сквозь эти слои тонкой материи, и ты увидишь крупные полосатые узоры. Под определенным углом ткань смотрится как через лупу.

6. Когда смотришь на регулярный узор — будь то жерди штакетника, проволочная сетка или ткань — через другой точно такой же, но немного смещенный узор, возникает новый рисунок, который выглядит как увеличенный образец, лежащий в его основе.

7. Теперь, когда ты обратил внимание на это явление, ты начнешь замечать его повсюду. Но что общего между заглядыванием в проемы и летучими мышами? В области акустики тоже существует нечто подобное — так называемые биения. В одном помещении играют на двух флейтах, между которыми существует незначительное различие: признаком того, что инструмент расстроен, является медленное нарастание и затихание звука — биения. Они возникают так же, как полосы на занавеске или штакетнике. Полосы на штакетнике кажутся увеличенными заборны-

* Перевод Н. Колесниковой. — *Прим. пер.*

ми планками, а биения — замедленный звук, звук в режиме замедленного воспроизведения.

8. Это явление используется для того, чтобы перевести звуки, частота которых слишком высока для нашего слуха, в слышимый диапазон. По такому принципу устроены все усилители ультразвука, а значит, и все приборы, которые используются для того, чтобы сделать сигналы летучих мышей (или китов, дельфинов и других рыб — все они ориентируются в пространстве и общаются с помощью ультразвука) слышимыми. Когда, например, летучая мышь посылает сигнал частотой 23 000 Гц, а мы стоим рядом с прибором, частота сигнала которого — 22 000 Гц, то на выходе мы получим слышимый звук частотой 1000 Гц. Таков принцип работы ультразвукового детектора для регистрации летучих мышей. Детектор посылает второй искусственный сигнал, который потом выравнивается и усиливается.

9. Если тебе доведется «послушать» сигналы летучих мышей с помощью такого детектора, ты обнаружишь, что шумы эти звучат ударно и объемно. У некоторых возникает ассоциация с теннисным мячиком, который все быстрее прыгает между столом и ракеткой. Такая странная структура объясняется тем, что летучая мышь, обнаружив насекомое, начинает чаще посылать сигналы, чтобы более точно определить его местонахождение. Она не сводит с насекомого глаз, точнее, ушей. Сигналы летучих мышей, в отличие от птичьего пения, служат не для общения и не кажутся красивыми — по крайней мере, нам. Это точные инструменты, летучая мышь посылает эти сигналы для того, чтобы получить нужную информацию. И именно этим они интересны! Потому что они в некотором смысле являются отражением летучей мыши и ее мира.

XI

МЯТА



ХІ МЯТА

«**В**аши открытия, — воскликнул сэр Джон Прингл, поправляя парик, — убеждают нас в том, что ни одно растение не растет просто так. Все растения полезны человеку — начиная с дуба и заканчивая низенькой травкой. Даже если мы не всегда можем распознать, какую именно пользу приносит нам конкретное растение, оно все равно, несомненно, является частью целого и вносит свой вклад в очищение атмосферы. В этом смысле у благоухающей розы и ядовитой красавки одно предназначение: в самых отдаленных уголках нет ни одного луга, ни одного леса, с которыми мы не были бы связаны отношениями взаимопомощи».

Дело происходит в 1776 г. в Лондоне, а оратор, произносящий эту хвалебную речь, — не кто иной, как сэр Джон Прингл, президент Королевского общества. Многочисленные пожилые господа расселись на скамейках парадного зала общества. Прингл говорит о новых загадочных воздушных видах, вызвавших интерес многих исследователей. Особенно подробно он рассказывает о наблюдениях Джозефа Пристли за углекислым газом — в то время он был известен под названием «твердый воздух». Пристли установил, что этот газ концентрируется там, где дышат люди или животные или горят свечи. Он обнаружил, что растения поглощают углекислый газ и превращают его в воздух, пригодный для дыхания.

Сэр Джон Прингл повышает голос, чтобы выразить свой восторг: «Теперь мы знаем, зачем Господь посылает нам бури: они нужны для того, чтобы сбросить использованный воздух в моря и озера, где водоросли и другие водные растения его обновят. Открытие Пристли ведет нас по следам Провидения». С этими словами

он взял коробочку с серебряной медалью Копли, чтобы передать ее исследователю, который робко поднялся со своего места.

«Заклинаю вас, продолжайте изучать великие взаимосвязи, не прерывайте своих исследований!» Пристли, сухопарый бледный господин с редкими волосами — парик он не носит — с глубоким поклоном берет медаль. Ученые аплодируют. Пристли достает какое-то растение, прикрепленное к его костюму на манер талисмана, поднимает его вверх и говорит: «Своими открытиями я обязан не только Всевышнему, который навел меня на их след. Я обязан еще и этому простому растению, что растет в садах большинства из вас. Это перечная мята, древнее целебное растение, которое лечит от многих недугов! Древние надевали на свадьбу венки из мяты. Ее использовали при укусах скорпиона. В деревнях ею моют полы, и комната не только становится чище, но и воздух в ней словно обновляется. Мы пьем мятный чай. Мята благоухает — а самое главное, она делится своим ароматом с теми, кто жует ее листья. Ее часто используют те, у кого плохие зубы. Съешь несколько листиков — и дыхание снова свежее!»

Пристли улыбается — при этом становится заметно, что и у него уже недостает двух-трех передних зубов, а все остальные подгнили. Его слушатели бормочут, выражая свое согласие. Большинство хорошо знает мяту, потому что зубы у многих просто ужасные, а у некоторых они давно выпали, вместо этого во рту у них дурно пахнущие, криво вставленные деревянные челюсти. Пристли продолжает: «Я хорошо помню тот день в августе 1771 г., когда поместил стебелек мяты в сосуд, где погасла свеча. Воздуха в этом сосуде не осталось, он больше не мог поддерживать огонь! Я оставил мяту на неделю или две рядом с погасшей свечой. Как-то солнечным днем я взял увеличительное стекло, поймал им солнечный луч и направил его на фитиль. Воск начал плавиться, и в конце концов свеча снова загорелась! Та самая свеча, которая перед этим скорбно гасла, горела вновь! Мята восстановила израсходованный воздух. Я чувствовал: это великая минута, настоящее чудо!»

Пристли делает паузу и почти с нежностью смотрит на зеленую веточку, которую принес с собой. «Потом я повторил этот опыт с мелиссой и растением, которое вовсе не благоухает, а воняет, — чистецом, и обнаружил, что все эти растения могут восстановить разрушенный воздух! Я никогда не сделал бы этого открытия, если бы не мята с ее ароматом и полезным свойством превращать скверное дыхание в свежее. Древние говорили, что мята наводит нас на добрые мысли. Может, в этом и правда что-то есть...»

Ученые встают со своих мест, аплодируют. Однако сэр Джон Прингл звонит в серебряный настольный колокольчик. Двустворчатые двери зала открываются, входят слуги с серебряными подносами, на которых прохладительные напитки — и нежный мятный шоколад.

Открой для себя растения!

79 Накормить растения углекислым газом

КОГДА: весной или летом

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: две банки из-под огурцов (самые большие, какие сможешь найти), две маленькие рюмки (такие, чтобы поместились в банки), вода из-под крана, углекислый газ (из сифона), несколько веточек мяты

Ты можешь повторить опыт Джозефа Пристли, используя простые подручные средства, и твои усилия вознаграждаются. Это один из самых важных опытов в истории науки, никакой другой эксперимент не изменил так сильно наше мировоззрение. Благодаря этому эксперименту было сделано первое экологическое (хотя слово «экология» появилось лишь сто лет спустя) открытие, не утратившее своей значимости по сей день. Это открытие изменило нашу картину мира. В то время как в Средневековье живая природа представлялась скоплением отдельных вещей, внутренняя взаимосвязь которых заключалась только в их отношении к Богу и Евангелию, опыт Пристли учит нас, что все в природе взаимосвязано. Воздух, который выдыхают животные, кормит растения, и наоборот. Каждый, казалось бы, самый незначительный процесс, каждая деталь имеют значение для целого. В этом смысле эксперимент позволяет нам заглянуть прямо в зеленое сердце растений, он показывает, что они делают и какую роль играют в великих природных взаимосвязях.

Заметно, что растение, погруженное в углекислый газ, растет лучше тех, которым углекислого газа не хватает. Профессиональные садоводческие хозяйства, например в Голландии, систематически применяют углекислый газ в качестве удобрения в теплицах. Особенно

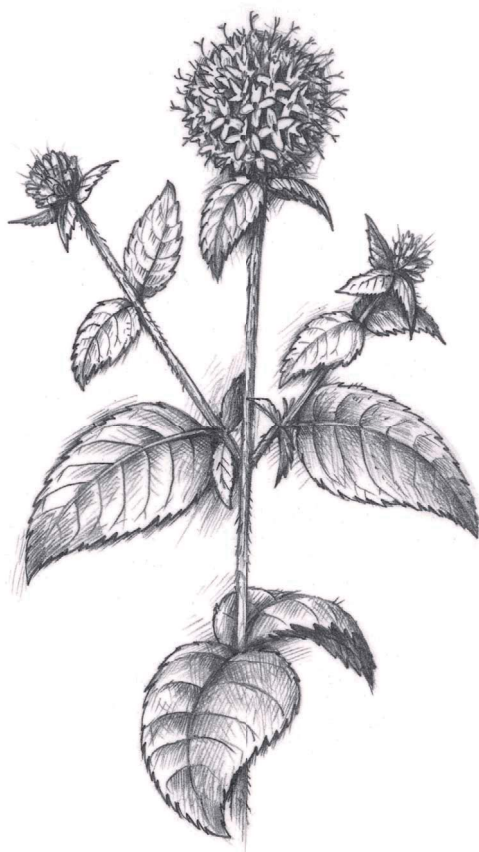


Рис. 41. Мята

часто углекислым газом удобряют голландские розы. Поскольку для растений углекислый газ — такое же важное вещество, как и вода (все их ткани состоят из диоксида углерода, который в процессе фотосинтеза превращается в сахар и кислород), они растут лучше, когда получают больше углекислого газа. Благодаря ему они могут использовать большую часть солнечной энергии. Потому что углекислый газ для растений — ограничительный фактор. Поскольку в воздухе содержатся лишь следы этого газа (в настоящее время всего 0,038%, однако наблюдается тенденция к увеличению), большая часть солнечной энергии проходит мимо растений. Они не могут ее использовать, так как им не хватает углерода для

накопления этой энергии. Растения потребляют в среднем лишь 1—2% всей солнечной энергии. Меньше, чем солнечная энергетическая установка, — от 8 до 30%*.

1. Теперь перейдем к самому эксперименту: срежь две веточки мяты одинаковой длины, поставь их в рюмки с водой и опусти рюмки на дно чистых пустых банок из-под огурцов. Банки должны быть достаточно просторными, чтобы листья мяты не касались стенок. Нужно, чтобы и сверху осталось место для ее роста.

2. Теперь закрой одну банку, напиши на ней «Воздух», а на другой — «СО₂» (рис. 42). В эту банку добавь немного углекислого газа из сифона. Для этого поднеси открытую банку к соединительной трубке, нажми кнопку и через некоторое время отпусти. Не допускай избытка углекислого газа!

3. Закрой и эту банку тоже и поставь обе банки в светлое место, но так, чтобы на них не попадали прямые солнечные лучи.

4. Понаблюдай за ними несколько недель. Примерно через три недели должно стать заметно, что растеньице в теплице с углекислым газом развивается лучше, чем то, которое находится в теплице с обычным воздухом. Поскольку в остальных условиях для обоих растений были одинаковыми, такой результат объясняется действием углекислого газа. В одной банке этого газа достаточно, по-

* Животные, поедая растения, тоже используют лишь незначительную часть (около одной десятой) накопленной растениями энергии. А животные, которые питаются этими животными, в свою очередь также потребляют лишь малую часть той малой части солнечной энергии, которая содержится в пище. Поэтому в природе на любой территории растений всегда намного больше, чем травоядных животных, а травоядные гораздо многочисленнее хищников. С людьми так же: тому, кто питается почти одним мясом, нужна территория гораздо более обширная, чем вегетарианцу.

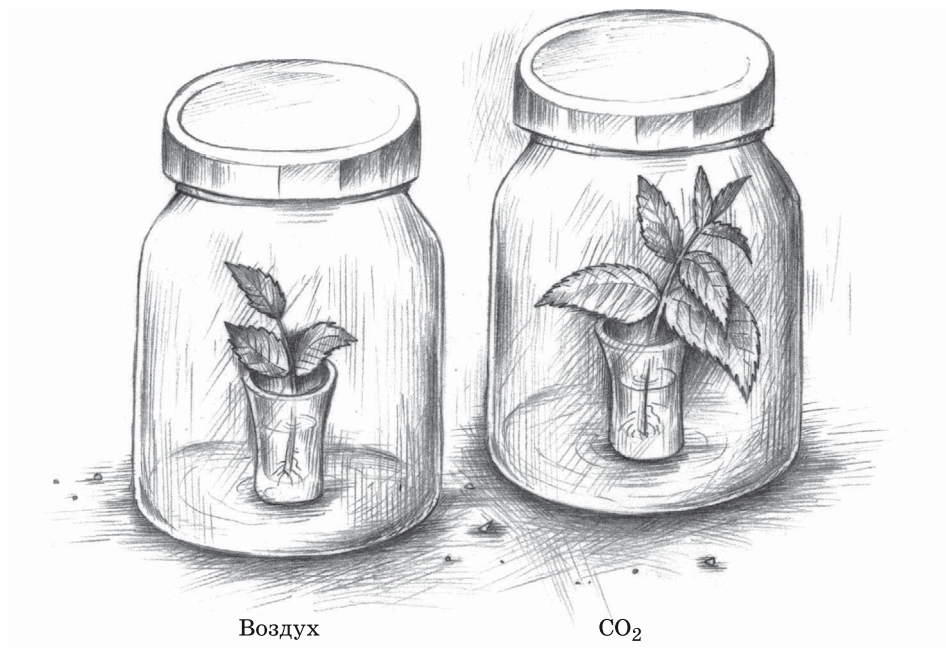


Рис. 42. Эксперимент с веточками мяты

этому растение быстро растет, а в другой банке углекислый газ скоро закончился, и растение начало чахнуть.

80 Найди и посади мяту

ГДЕ И КОГДА: на берегу, на краю поля с июля по сентябрь
НАМ ПОНАДОБИТСЯ: цветочный горшок

1. Водяная мята растет по берегам рек и озер, цветет довольно поздно — с июля по сентябрь. У нее мелкие розовато-фиолетовые цветки, которые образуют соцветия в виде круглых головок на верхушке стебля или на концах побегов. Из них торчат четыре пыльника чуть более темного цвета. Водяная мята достигает 20–30 см в высоту. Стебель, как у большинства губоцветных, четырехгранный, листья сгруппированы попарно друг напротив друга, эти пары расположены под углом 90° относительно друг друга. Ботаники называют такие листья супротивными. Благодаря равномерному распределению на прямом сте-

бле все листья получают достаточно света. В этом смысле мята имеет логичное строение.

2. Ее более крупная родственница, конская мята, часто встречается возле железных дорог. В наших садах растет перечная мята — гибрид водяной и остролистной мяты.

3. Если встретишь мяту (ты легко узнаешь ее, потеряв листья, — их запах ни с чем не спутаешь), оторви от нее веточку, принеси домой и поставь в стакан с водой. Когда она пустит корни из пазухи нижнего листа, можешь посадить ее в саду. Мята — крайне неприхотливое и выносливое растение. Видимо, поэтому во времена античности из нее так любили плести венки.

4. Удивительно, что срезанные растения тут же пускают из стебля новые корни. Очиток даже не надо ставить в воду; достаточно положить его стебелек на землю, и он сразу же даст побеги. Растения обладают потрясающей, просто невероятной способностью к восстановлению. Так, узамбарская фиалка, растение, которое вошло в моду в 1950-х гг. и до сих пор продается во всех цветочных магазинах, пускает корни даже из оторванных *листьев* — из них снова вырастает полноценное растение, которое цветет и образует семена!

5. Это почти то же самое, как если бы человек, лишившийся ноги, благодаря правильному уходу вскоре размотал свои бинты, и там оказалась бы новая нога. Или более того — если бы из оторванной ноги через две недели вдруг появился новый человек! Действительно, такое привычное явление, как стебелек мяты, пустивший корни, подводит нас к основному различию между растениями и животными, сформулированному философом Гельмутом Плеснером. Способность животных к регенерации весьма ограничена. Даже отрезанный кончик пальца не сможет отрасти. А при апоплексическом ударе или злоупотреблении алкоголем не восстанавливаются даже отдельные клетки мозга!

6. С некоторыми растениями дело обстоит так: даже из самых незначительных фрагментов может воскреснуть целое. С животными или людьми такое возможно только в сказках, когда из зубов, которые герой бросает через плечо, сразу вырастает целая армия воинов.

7. Растение, выросшее из саженца, и материнское растение генетически идентичны. Для отдельных растений благодаря этому открывается путь к бессмертию — по крайней мере, теоретически. Но этот способ имеет и важное практическое значение — прежде всего, в садоводстве. Многие известные сорта, например яблочные сорта Боскоп или Кокс оранж, размножаются черенками, т. е. вегетативно. Если бы в садоводческих хозяйствах новые деревья Боскоп выращивали из семян, то плоды этих новых яблонь, возможно, были бы похожи на нормальные яблоки Боскоп, а может, и сильно бы от них отличались. Точно такие же плоды можно получить только путем вегетативного размножения. В этом смысле всякий раз, вгрызаясь в Кокс оранж, мы лакомимся плодами того самого дерева, с которого осенью 1830 г. впервые было сорвано яблоко Кокс оранж.

81 Увидеть привычное новыми глазами: цветки

ГДЕ: в цветущих садах, на обочине дороги, в ботанических садах

Цветки мяты очень мелкие. Чтобы, несмотря на это, привлечь к себе внимание, они собраны в соцветия. У них характерный для растений цвет — бледно-фиолетовый. На них часто можно увидеть шмелей и мушек; кроме того, вокруг них нередко, особенно в августе, вьются осы и шершни, которые нападают на насекомых, собирающих нектар, и утаскивают их прочь, чтобы сожрать.

1. Почему растения вообще цветут, отчего на них образуются такие красивые цветки? Цветение растений — яв-

ление повсеместное, можно предположить, что люди часто задумывались над его причиной и размышляли в разных направлениях. Однако это не так. Вероятно, люди слишком быстро решали, что уже знают ответ. Они цветут, *чтобы понравиться нам!* Как же иначе? Многие считали, что растения цветут, чтобы указать людям на свою скрытую силу. Ведь по цвету и форме цветков судили о целебных свойствах того или иного растения.

2. Лишь берлинский богослов Христиан Конрад Шпренгель приучил нас в конце XVIII в. смотреть на растения по-новому. Он был учителем и директором городской школы в Шпандау. Однако к преподаванию душа у него не лежала, он часто болел, видимо, впадал в депрессию. Один известный врач, Эрнст Людвиг Гейм, посоветовал ему заняться растениями; таким образом, в качестве лечебного средства он прописал ему не какое-то конкретное растение, а ботанику в целом.

3. Терапия оказалась успешной! Ботаника исцелила Шпренгеля, и ему удалось совершить выдающееся открытие. Он нашел новый, более красивый ответ на вопрос, почему цветут цветы.

4. Он обнаружил, что намерения цветов никак не связаны с людьми, которые так их любят: растения цветут, чтобы понравиться своим посетителям — насекомым. Особенности цветков: их форма, цвет и аромат — все это способы привлечь гостей — насекомых, — чтобы те опустились на цветок, высосали нектар, перенесли пыльцу на другой цветок и тем самым оплодотворили его. Отправной точкой для Шпренгеля стала теология: он был, как сказано в начале его работы, «убежден, что мудрый творец природы ни единого волоска не создал просто так, без определенной цели...».

5. При жизни Шпренгеля его ответ на загадку цветения одобрения не встретил. Многим было смешно, что взрослый человек тратит столько времени и тру-

да на наблюдения за поведением насекомых в цветках и вокруг них. Гете писал ботанику Батчу о «представлениях Шпренгеля»: «По моему мнению, они так ничего и не объясняют...». Один из многочисленных примеров того, что Гете не был силен в естественных науках! Другим казалось странным, что природа решила пойти таким сложным путем, когда растения опыляют себя сами или предоставляют это ветру. Многие современники считали преувеличением приписывать насекомым и в особенности пчелам такое тонкое восприятие. Не так давно животных вообще приравнивали к машинам. Поэтому теория, утверждающая, что насекомые могут различать цвета и формы, выглядела абсурдно. Шпренгеля разочаровало непонимание современников, он забросил ботанику и снова обратился к филологическим вопросам.

6. И только биолог Карл фон Фриш доказал, что пчелы действительно способны различать цвета! Поскольку цветки — особенно в Европе — предназначены, прежде всего, для насекомых, они преимущественно белого, желтого, желто-коричневого, фиолетового или голубого цвета. Так что мята — растение вполне типичное! Лишь очень немногие цветковые растения от природы красные; это объясняется тем, что большинство насекомых не различает красный цвет. Это, в свою очередь, связано с тем, что из всех видимых цветов красный имеет самую большую длину волны. А глаза насекомых, как правило, не воспринимают цвета с такой большой длиной волны.

Красные в природе не цветы, а плоды: они должны бросаться в глаза не насекомым, а птицам и животным, которые без труда различают красный цвет.

7. Тогда почему же многие тропические цветы красного цвета? На родине их опыляют не насекомые, а птицы. Например, к амариллису — крупному растению с длинным стеблем и темно-красными цветами, которое зимой продается в цветочных магазинах и на рынке, на тропической родине наведываются колибри. Вообще в тропических регионах на удивление много растений

опыляется птицами; поэтому они часто бывают темно-красного цвета. Именно красный цвет особенно заметен для птиц.

8. Сегодня общепризнанно, что исследования Шпренгеля привели к революционным результатам. Он открыл явление, лежащее в основе всего. Ведь благодаря этому простому процессу — посещению цветов насекомыми — в ходе эволюции насекомых и цветковых растений возникло огромное видовое разнообразие.

82 Растения дарят утешение

КОГДА: когда тебя притесняют

Работа с растениями делает человека счастливым. Пожалуй, никто еще не писал об этом с таким энтузиазмом, как философ и поэт Жан-Жак Руссо. Руссо считается одним из родоначальников Великой французской революции, его труды, в особенности «Рассуждение о происхождении и основаниях неравенства между людьми», имели огромное влияние на современников. Правда, из-за них он подвергся преследованиям со стороны властей и вынужден был большую часть жизни провести в ссылке.

Руссо обратился к растениям в 1762 г., когда его книгу «Эмиль» конфисковали и прилюдно сожгли, а сам он, чтобы не попасть под арест, бежал в Швейцарию. Позже он говорил: «Я обязан растениям жизнью — не в буквальном смысле, но они помогли мне выплыть в потоке жизни и не пойти ко дну под грузом горечи». Все утопии второй половины его жизни так или иначе посвящены растениям. Он желает познать их все: «Хочу собрать гербарий из всех растений гор и морей, всех деревьев обеих Индий». Для этого ему пришлось бы изрядно потрудиться: в мире около 280 000 видов сухопутных растений. Возможности путешествовать у Руссо не было, поэтому ему пришлось довольствоваться швейцарской флорой (она состоит примерно из 2600 цветковых растений, 1000 мхов и несколь-

ких видов папоротников; приблизительно такое же количество произрастает в Германии).

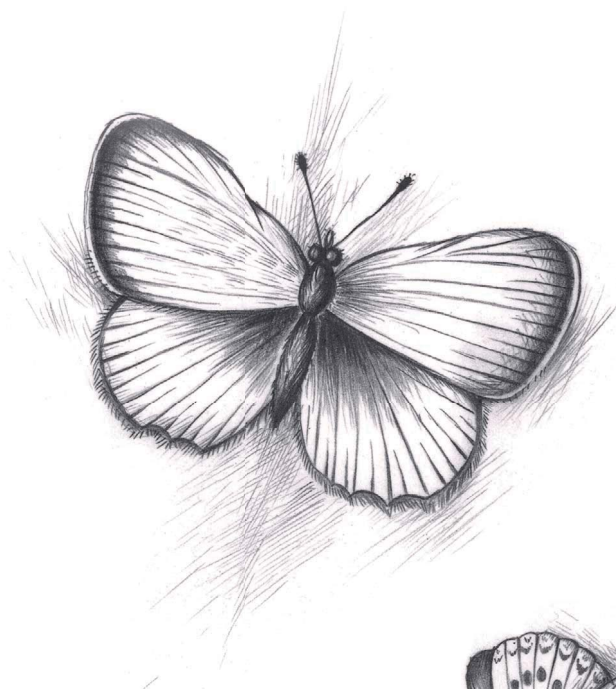
Руссо интересуется и распространенными растениями, его захватывает все, что он видит: органы растений, их строение, небольшие внутривидовые различия в пределах разных ареалов: «Меня переполняла радость, когда я впервые наблюдал тысячи мельчайших процессов». В 1765 г. Руссо проводит два месяца на острове Св. Петра на Биллерзе под Берном. О своей жизни там он пишет следующее: «Почва на этом острове так же многолика и разнообразна, как здешние растения. На то, чтобы изучить их все, понадобилась бы вся моя жизнь. Ведь рассказывают же об одном немце, который посвятил целую книгу лимонной кожуре. А я бы написал книгу об этом острове, не забыл бы ни единой травинки, ни лишайника на скалах, ни волоска, ничто не осталось бы незамеченным, я подробно описал бы каждую мелочь».

Он составляет гербарий: «Мой гербарий — дневник моих походов; я снова вижу все перед собой: луга, воды, леса, уединение, а главное, ощущаю мир и покой, царивший надо всем этим, и это желание: “Вот бы этот миг длился вечно!”». Несколько собранных Руссо гербариев сохранились, по ним заметно, с какой исключительной тщательностью и нежностью он засушивал и показывал растения.

Растения утешают не только своей красотой. Они унимают боль, исцеляют и дурманят. Почти все наркотические средства и многие лекарства изготавливают из растений или грибов.

ХІІ

ГОЛУБЯНКИ



XII

ГОЛУБЯНКИ

Летом за цветочные клумбы Розенинзеля усердно принимаются бабочки: особенно вокруг кустов лаванды порхают репейницы, голубянки, дневной павлиний глаз. Похоже, бабочек приносит ветром с берега, во всяком случае, Розенинзель для них, скорее, пастбище, а не место жительства. Так, по крайней мере, считает Макс. С ним я брожу по заповеднику неподалеку от Розенинзеля, это так называемый заливной луг. Здесь растет горечавка, ландыши, вереск, голубой лен, а также много разновидностей орхидей, даже редкий офрис шелковистый. Это очень своеобразное растительное сообщество, все растения здесь нежные и маленькие. Они являют собой самый резкий контраст, какой только можно себе вообразить, с барочно-тучной фигурой Макса. Он воплощает в себе представления о коренном баварце. Зеленые гольфы обтягивают его крепкие икры, над ними — бриджи из оленьей кожи, рубашка в зеленую клетку и короткая куртка. Голова у него круглая, как шар, глазки, как бусинки у плюшевого медведя, беспрестанно снуют туда-сюда. Еще у него есть остроконечная суконная шляпа, но сегодня он ее надевать не стал.

Он предприниматель, ему принадлежит гравийный завод неподалеку от Мюнхена, где я и познакомился с ним во время экскурсии. На гравии, как он сказал нам тогда, можно неплохо заработать, просто люди его недооценивают, потому что постоянно по нему ходят. «Ох уж эти люди! — произнес он на баварском диалекте. — Совсем без понятий!»

Гравий очень подходит к его шарообразной фигуре. Я не ожидал, что мужчину с таким полным телосложением привлекают столь нежные создания, как бабочки. Однако он, хотя и весит на вид не меньше центнера, перемещается по лугу так мягко и осторожно, что за ним почти не остается следов.

Маленькая голубянка, сидящая на травинке, не шелохнулась, когда мы приблизились, чтобы лучше ее рассмотреть. Сильные руки Макса, привыкшего управлять тяжелыми станками, раздвинули травинки: «В такую погоду бабочек фотографировать лучше всего, — сказал он. — Без солнца бабочкам трудно летать. Можно подобраться к ним близко-близко».

Небо затянуто облаками, и я счастлив, что мы, едва сделав несколько шагов, сразу же обнаружили ее — редкую голубянку идас. Крылышки и волоски этой маленькой бабочки выдержаны в прелестных голубых тонах стиля бидермайер*. Усики — черно-белые завитки. Мой проводник по царству бабочек, скорее, огорчен этой находкой: «Жалко, жалко. Еще десять лет назад здесь было полно бабочек идас. На каждом шагу голубые бабочки. А теперь надо радоваться, если увидишь хоть одну».

Причиной этого, по словам Макса, стало исчезновение муравьев, от которых зависит «идас», как он ласково называет эту бабочку. Она, как и другие бабочки, примечательна не только красотой своих голубых крыльев. Главное, что она живет очень странной жизнью, напоминающей легенды о детях-маугли. Ей удалось превратить муравья в своего союзника, что так же необычно, как ягненок, мирно лежащий под боком у волка. Обычно муравьи считают гусениц бабочек деликатесом и без колебаний утаскивают их к себе в муравейник, чтобы съесть. Однако гусениц бабочек идас определенный вид муравьев холит и лелеет. У муравьев даже сформировались собственные железы, из которых гусеницы пьют что-то вроде меда. Где гусеницы, там кишат и муравьи, дающие гусенице желанную и необходимую защиту: «Это из-за муравьев идас исчезла отсюда», — меланхолично объясняет Макс. Этот вид муравьев обитает на природных речных берегах, которые периодически заливаются водой, благодаря чему береговая галька перемешивается. Здесь, на этом старом заливаемом

* Бидермайер — художественный стиль, распространенный в Германии и Австрии в 1815–1848 гг. Слово *Bider* переводится как «простодушный», «обывательский». — *Прим. ред.*

лугу, по краям которого гальку то и дело нелегально выкапывали экскаватором, муравьи нашли для себя искусственный речной берег. Тогда, по воспоминаниям Макса, бабочки идас стаями порхали вокруг, повсюду голубые крылья под голубым небом, нельзя было останавливаться, не то на тебя тут же заползут муравьи — телохранители бабочек. Три лета подряд Макс уезжал из города и с лупой в руке изучал странную жизнь голубянок: «Просто невероятно: лежишь с лупой на щебенке и видишь, как прямо у тебя под носом копошится жизнь. Вот она, красота! Самая настоящая дикая природа!» — восхищается Макс, а его глаза беспокойно бегают. Эти три лета, когда здесь было полно голубянок, он считает самыми счастливыми в своей жизни. Говорит, что сам тогда чуть ли не летал, жил с бабочками, грезил ими.

Но потом началась «сукцессия», т. е. голая галька постепенно начала зарастать травой и кустами. Изменилась среда обитания — исчезли муравьи, защитники идас, а вместе с ними и сами бабочки.

Максу стоило большого труда убедить Управление по сохранению зеленых насаждений в том, что траву на лугу нужно периодически косить, чтобы он окончательно не зарос. Он сам немало времени проработал там, чтобы этот биотоп и дальше привлекал бабочек. По его словам, это помогло, но «теперь надо бы пригнать разок экскаватор и поворошить почву, вот тогда бы муравьи вернулись». Он предлагал Управлению по сохранению зеленых насаждений взять это на себя. Но тамошние защитники природы просто ничего не поняли. У них возникло подозрение, что ему понадобилась галька. Но надо же хоть что-то предпринять! Он ведь только о бабочках заботится! «Они — шедевр эволюции. Потому что где еще увидишь такое, чтобы враг вдруг стал другом?»

Бабочка, сидевшая перед нами, снялась с места и упорхнула. «Вот и полетела! Это же искусство — туда-сюда, сюда-туда!» Полет дневных бабочек напоминает движения маятника, что, по мнению Макса, не только свидетельствует о непринужденности и хладнокровности их поведения, но и имеет практическое значение. Благодаря

этому бабочки избавляются от преследования птиц: «Те за ними просто не поспевают! Уж очень они толстые. Даже крапивник слишком неповоротлив. Такой зигзаг ему не под силу». Этот крупный мужчина молча улыбается, думая о том, как огромен вес крапивника по сравнению с весом его подопечных.

Мы идем дальше по холму из гальки, и в нескольких шагах от идас Макс нагибается, чтобы показать мне маленькое растение на обочине — крестовидную горечавку. Здесь тоже есть на что посмотреть: на растении крошечные белые точки — яйца другой голубянки — алькон, одного из так называемых мирмекофильных видов. «Она пошла даже дальше, чем идас», — рассказывает Макс. Ее гусеница сначала до отвала наедается горечавки. Потом она падает на землю, и, если повезет, ее сразу находят муравьи и утаскивают к себе в муравейник. И вот тут-то начинается самое удивительное. Гусеница выделяет пахучие вещества — судя по всему, она пахнет, как муравей. По крайней мере, муравьи кормят ее, как личинку. Потом она окукливается в муравейнике, превращается, в конце концов, в большую красивую голубянку и взлетает в воздух. Однако бабочке-кукушке надо поторапливаться. Ведь, как только она вылупится из кокона и расправит крылья, муравьи поймут, что она вовсе не муравей, и нападут на нее. Бабочка улепетывает из муравейника изо всех сил, а за ней гонятся обманутые хозяева. Если ей не повезет, ее настигнет месть приемных родителей. Если же удача окажется на ее стороне, то она сможет подняться в небо, будет пить нектар, спариваться и несколько недель подряд — все лето — порхать над лугом, где она родилась. «А потом ее время подойдет к концу, — говорит Макс. — Тогда она умирает. Вот и все!»



Рис. 43. Гусеница на горечавке

Открой для себя «самое прекрасное явление»!

83 Выведение бабочек

КОГДА: в конце апреля, если обнаружишь на обочине дороги крапиву с гусеницами

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: ножницы, полиэтиленовый пакет, большой пластмассовый террариум из зоомагазина, маленькая банка из-под варенья, наполненная водой, свежая крапива

1. Гусеница превращается в бабочку: Гете считал это «самым прекрасным» из всех известных ему явлений органической природы, «а этим многое сказано», как он писал 6 августа 1796 г. Шиллеру. К письму он приложил точное описание того, как ночная бабочка (так называемая крыжовниковая пяденица, или арлекин) выходит из кокона. Особенно его поразило, как быстро, точно по волшебству, увеличиваются ее крылья, когда она уже вылупилась из кокона. Гете был убежден, что он вообще первый, кому довелось наблюдать это зрелище — выход бабочки из кокона. Однако через несколько дней он обнаружил, что сильно заблуждался на этот счет. Опасаясь насмешек потомков, он попросил Шиллера вернуть ему лист с описанием метаморфоз: «Это всеобщий феномен», — пишет он своему коллеге-поэту, — мол, он давно всем известен. Тем не менее выход бабочки из кокона — крайне необычное зрелище. Это удивительное превращение лежит в основе мифологических представлений о бабочках. С древних времен бабочка считалась одушевленным существом. Древние греки даже называли бабочек *psychai* — души. Как выяснили этнологи, вера в то, что души умерших возвра-

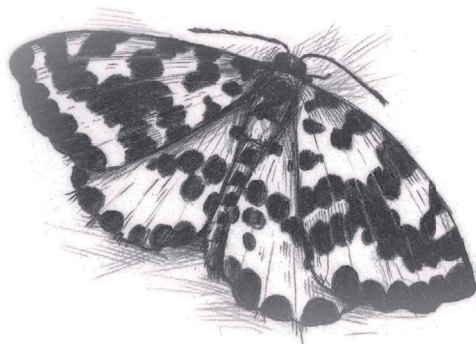


Рис. 44. Крапивница

щуются в наш мир в виде бабочек, распространена, видимо, по всему миру.

2. При некотором везении наблюдать это «самое прекрасное явление» может каждый. Для разведения бабочек годится, например, дневной павлиний глаз: этот вид пока что не входит в число охраняемых и притом часто встречается. Гусениц этой бабочки иногда видишь на крапиве, растущей на солнечных берегах ручьев. В конце апреля уже можно отправляться на поиски. Оплетенные паутиной листья и короткие нити на концах побегов выдают присутствие гусениц. Они часто бывают совсем неприметными, например бледно-желтыми. Если обнаружишь на крапиве гусениц, раскрой пошире полиэтиленовый пакет, поставь его под крапиву и срежь ее. Многие гусеницы при этом свернутся в клубок и упадут. Забери их вместе с крапивой домой и помести в подходящий сосуд.

3. Следи за тем, чтобы у гусениц постоянно была свежая крапива и чтобы на сосуд не попадали прямые солнечные лучи. Лучше всего подходят сосуды с широким горлом, например пластмассовые террариумы, которые продаются в зоомагазинах. Туда ты сможешь поместить ветку крапивы с гусеницами. Чтобы ветка не засохла, поставь ее в маленькую банку, наполненную водой, и закрой ее сверху кусочком полиэтилена (прорежь или проткни в пленке дырку для ветки), чтобы гусеницы не свалились в

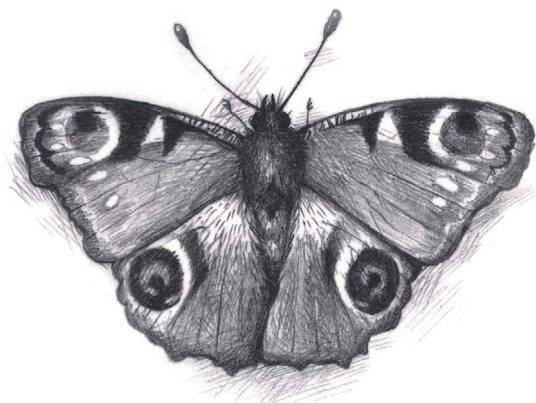


Рис. 45. Дневной павлиний глаз

воду. Положи на дно террариума кухонное полотенце или бумажную салфетку. Так будет легче убирать за гусеницами. Поставь террариум в освещенном месте, но ни в коем случае не прямо у окна. Теперь можешь спокойно наблюдать, как едят и растут гусеницы и как зеленые листья потом превращаются в пестрых бабочек.

4. Гусеницам регулярно требуется свежая крапива — срежь ее ножницами и не забывай про перчатки. Поставь свежесрезанные ветки рядом с обглоданными, гусеницы сами на них переползут. Раз в пять-десять дней они замирают и перестают есть. После этого за день-два они сбрасывают кожу. Когда гусеница уже выросла до нужного размера, она больше не ест, а без передышки ползает вокруг в поисках подходящего места для окукливания. Обычно она приклеивается к стенке сосуда. Если в террариуме достаточно места, можешь предложить ей сучок. Примерно через две недели вылупляется бабочка — как правило, в июне, т. е. как раз во время летних каникул.

5. Дневной павлиний глаз — не единственная бабочка, облюбовавшая для себя крапиву: гусеницы крапивницы и пестрокрыльницы тоже питаются этим растением. А может случиться и так, что из гусеницы вдруг вылезет опарыш — личинка мухи, как в кошмарной версии «Очень

голодной гусеницы». Эта личинка прогрызает гусеницу и выбирается наружу. Не самое приятное зрелище.

6. Кто не найдет гусениц, может заказать их через Интернет: достаточно ввести в поисковую систему запрос «разведение репейниц», как сразу найдутся продавцы.

84 Бабочки дарят утешение

ОБСТАНОВКА: располагающая к размышлениям

Бабочки, в особенности павлиний глаз, — наши любимцы среди насекомых. Они не кусаются, появляются обычно в хорошую погоду, не сбиваются в угрожающие стаи, питаются нектаром, но, в отличие от других насекомых, не впиваются в цветы поспешно и жадно, а, напротив, элегантно и неторопливо потягивают нектар своим хоботком, как через длинную соломинку. Они фокусники в масках — многие выдают себя за тех, кем на самом деле не являются. Кричащая расцветка некоторых бабочек нужна для того, чтобы их враги-пожиратели, видя предупреждающую окраску, думали, будто эти бабочки ядовиты или, по крайней мере, несъедобны. У других бабочек на внешней стороне крыльев приметные пятна, напоминающие глаза, которые призваны устрашать их врагов или в самом деле их отпугивают. А многие бабочки, наоборот, маскируются под незаметные предметы: одни под листок, другие — под старую ветку, третьи — под сено, кору дерева или даже птичий помет!

Многозначительная эстетика бабочек, не лишенная юмора, помогла им завоевать немало друзей среди художников и интеллигенции. Наблюдение за бабочками и их коллекционирование, как и энтомология в целом, — хобби для избранных. Оно требует терпения и умения подмечать тончайшие различия, поскольку некоторые виды очень похожи друг на друга. Не последнюю роль играет хорошая память, так как по видовому разнообразию бабочки занимают второе место после жуков, т. е. являются

одной из самых многообразных групп насекомых и живых существ вообще. В мире более 180 000 видов бабочек, и каждый год открывают 700 новых. В одной только Германии различают около 3600 видов — это огромное количество по сравнению с 350 видами птиц (или 93 видами диких млекопитающих!), которые водятся в этой стране. И вовсе не все бабочки сразу бросаются в глаза. К бабочкам в научном смысле относятся и насекомые, более известные под общим названием «моль», — маленькие незаметные существа, некоторые из них — вредители. Совершенно очевидно, что интерес к таким маленьким существам — интерес, явно не преследующий корыстных целей, характерен, скорее, для индивидуалистов.

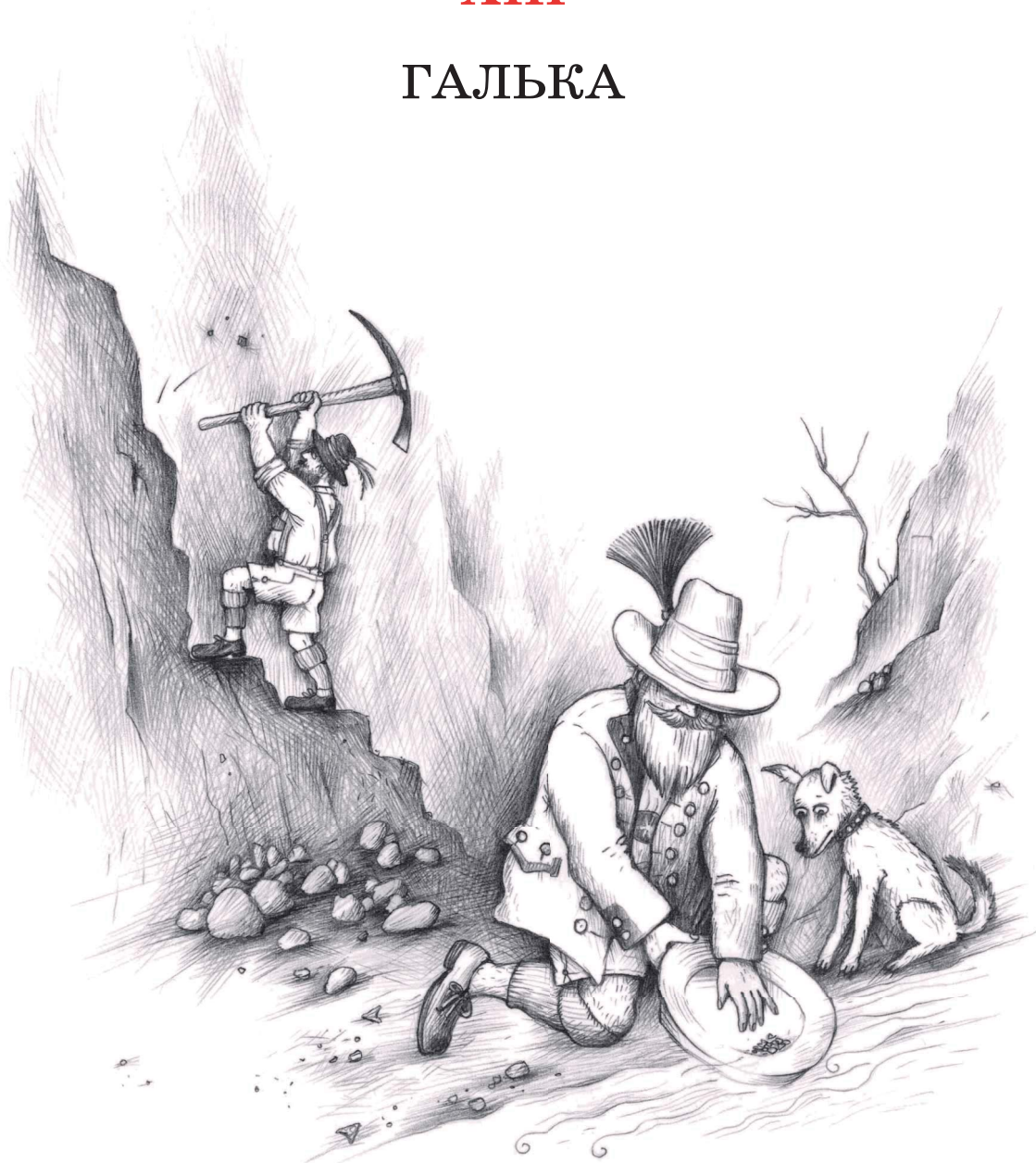
Так, писатель Герман Гессе увлеченно коллекционировал бабочек. А русский писатель Владимир Набоков, автор скандально известного романа «Лолита», даже был международно признанным специалистом по бабочкам, особенно по голубянкам, обитающим в Скалистых горах. О своей страсти, или своем «демоне», как он эту страсть называет, Набоков подробно пишет в автобиографии «Память, говори».

Демон, терзавший Набокова, одновременно делал его счастливым: «И высшее для меня наслаждение вневременности — это наудачу выбранный пейзаж, где я могу быть в обществе редких бабочек и кормовых их растений. Вот это — блаженство, и за блаженством этим есть нечто, не совсем поддающееся определению... чувство единения с солнцем и скалами. Трепет благодарности, обращенной ко всем, кого это может касаться»*.

* Перевод С. Ильина. — *Прим. пер.*

XIII

ГАЛЬКА



ХІІІ

ГАЛЬКА

Я уже давно собираю камни. Еще будучи мальчиком в коротких штанишках, я отправлялся с отцом и братом в старые каменоломни Бергишес Ланд и искал там окаменевшие кораллы, а на глинистом дне пруда в Рефрате, бывало, находил окаменевшие ракушки с тонкими прожилками. Многие годы мы ездили на небесно-голубом фольксвагене-жуке в Данию, где почти каждый день проводили на пляже. В плавках и босиком я часами бродил по галечным пляжам в поисках легендарных гремучих камней: я перебрал огромное количество кремня, подносил его к уху, тряс — все напрасно! Зато я обнаружил предостаточно других занимательных вещей: окаменевших морских ежей с красивым узором — одни совсем маленькие, другие чуть побольше, кварцит причудливой формы, глыбы пирита размером с человеческую голову — мы заворачивали эти булыжники в полотенца, складывали в багажник фольксвагена и привозили домой. Шкафы и ящики были забиты этими находками.

Моя страсть к собирательству угасла на какое-то время, но потом вспыхнула вновь. Я познакомился с художником, открывшим красоту минеральных красок. Из найденных порошков и цветных крошек, которые он собирал в Баварии или во время путешествий во Францию, он делал красители всех оттенков красного, серого и коричневого. Ими он писал свои картины. Однако у него было не просто выдающееся чутье на краски Земли; куда бы он ни пошел, где бы ни остановился — везде он натыкался на доисторические предметы: ручные рубила, кельтские кувшины, римские пряжки и многое другое. Я не уставал поражаться его зоркости, а он лишь говорил: «Кому же еще замечать это, как не художнику?». Однажды я отправил-

ся с ним в поход, и он тут же обнаружил в поле наконечник стрелы эпохи неолита.

С того дня я начал везде искать доисторические предметы. И находил их буквально повсюду: прямо перед дворцом Шарлоттенбург в центре Берлина, на дорожках парка, по которым каждый день проходили сотни любителей скандинавской ходьбы, я обнаружил наконечники стрел; на побережье Северного моря, у озера Гарда, я тоже нашел маленькие наконечники стрел и скребок; и, конечно же, на галечном пляже Розенинзеля. Этот пляж особенный: так много доисторических черепков и инструментов, как там, редко где встретишь. Это преимущественно глиняные черепки эпохи неолита, костяные наконечники и мелкие кельтские инструменты.

Такие находки — повод помечтать. Когда мы поднимаем с земли наконечник стрелы эпохи неолита, в нашей руке оказывается вещь, которую человек последний раз держал в руках 6000 лет назад, обрабатывал и внимательно рассматривал. Мы инстинктивно дотрагиваемся пальцем до острия — так же, как, без сомнения, трогал его тот человек. Вдруг возникает связь тысячелетий. Тот мастер уже давно умер, от него ни косточки не осталось; и только наконечник стрелы все такой же острый и новехонький, как будто его только что изготовили.

Что видел тот человек на Розенинзеле, глядя на озеро? Наверное, повсюду лишь лес и ничего, кроме леса, да кое-где — дымки костров. Весь мир тогда был раем, где практически не ступала нога человека. Должно быть, в дремучих лесах росли огромные древние дубы, а в рощах разгуливали волки и медведи. Что рассказывали друг другу те люди по вечерам у костра, какие легенды и сказания, что они говорили о звездах, луне и солнце? Пели ли они песни? Что они ели, какие праздники праздновали, чем одурманивали себя?

Люди появились на Розенинзеле еще в медном веке, они хоронили здесь своих умерших и приносили жертвы. Напротив Розенинзеля в воде была найдена целая лодка, выдолбленная из ствола дерева, а в XIX в. из озера вылавливали древние мечи и щиты. Настоящая сокровищница

ца! Каждый черепок, каждая кость могут поведать целую историю.

На галечных пляжах вероятность найти что-нибудь особенно велика: благодаря движению воды на поверхности все время оказывается что-то новое. И разумеется, мы обнаружим там не только древности, но и обычную гальку. Но что такое обычная галька? Ни один камень не похож на другой, у каждого из них длинная история. Когда опускаешь гальку в воду, часто видишь красивые, необычные цвета. После ливня пляж становится разноцветным, как будто смотрит на тебя. Потом ветер высушит гальку, камни станут одинаково серыми и словно ослепнут.

Так приятно поднять камень, испытующе подержать его в руках, а потом бросить — какое наслаждение для пальцев, которые обычно касаются лишь клавиатуры! Поднимая, держа и бросая камни, ощущаешь странное удовлетворение; по-видимому, это древнее занятие человека, что-то, в чем мы нуждаемся и по чему тоскуют наши руки.

Открой для себя пляж!

85 **Золото в гальке**

ГДЕ И КОГДА: на берегу золотоносной реки или ручья, лучше всего летом, по крайней мере, не в половодье. Золото переносят многие реки — например, Рейн под Базелем, Изар, Инн, Дунай, Эдер и др.

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: резиновые сапоги, лопата, лоток для промывки золота. Можно попробовать обойтись большой пластмассовой подставкой из-под цветочного горшка, но лучше использовать профессиональный лоток, который можно заказать через Интернет (соответствующие предложения поисковая система выдает по запросу «лоток для промывки золота» и «евро»); кроме того, нам понадобятся завинчивающиеся баночки с водой и тонкая кисточка.

1. Многие европейские реки переносят вместе с галькой золото, наиболее известно золото Верхнего Рейна под Базелем. Еще кельты, а впоследствии и римляне промывали там рейнское золото, да и сегодня многие золотоискатели-любители снова начали проявлять там активность. Грунт стоит промывать там, где в реке виднеется крупная галька. Весьма перспективны, например, галечные отмели, простирающиеся в направлении течения реки, или внутренняя сторона речных изгибов. А вот мелкий песок не такой многообещающий, хотя и смотрится красивее. Вообще стоит взять себе на вооружение старую поговорку золотоискателей: «Золото там, где ищешь!». Даже если поиски золота не увенчаются успехом, твои усилия все равно окупятся, потому что попутно ты сможешь изучить загадочное поведение гальки и песка.

2. Промывание золота всегда начинается с одной лопаты мокрой гальки со дна ручья или реки. Задача заключается в том, чтобы отделить золото от камней, ила и песка. Для этого нужно взболтать пробу в воде и прополоскать. Золото осядет на дно, поскольку у него больший удельный вес, чем у песка и гальки. (Литр воды весит килограмм; литр золота — золотой кубик с десятисантиметровой гранью — весит почти 20 кг!) Значит, если как следует потрясти, можно рассортировать пробу так, чтобы золото осталось на дне. Для этого действуй следующим образом.

3. Наполни лоток для промывки золота на $3/4$ галькой из реки или ручья. Найди место с проточной водой не менее 20 см глубиной. Опустит лоток в воду и потряси его как следует из стороны в сторону или вращательными движениями, чтобы галька пришла в движение. Во время покачивания лоток должен находиться под водой. Мелкие глиняные частицы унесет проточной водой. Но при тряске происходит и кое-что еще: более крупные камни оказываются сверху! Это так называемый эффект бразильского ореха. (В мюсли самые крупные кусочки лежат обычно сверху, часто это бразильские орехи.) Так что встряхивание позволяет не только перемешивать, но и разделять смесь. Под водой это получается особенно быстро, так как вода уменьшает трение.

4. После того как методом горизонтального встряхивания тебе удастся более или менее разделить смесь из гальки, песка, ила и золота, нужно будет избавиться от слоев, не содержащих золота. Это камни и крупный песок, скопившийся наверху. После горизонтального встряхивания наклони лоток вперед (если ты используешь профессиональный лоток для промывки золота, наклоняй его в сторону подрезанных рифлей, которые предназначены для удержания золота), осторожно потряси, чтобы золото осело на дне, и убери гальку, лежащую на поверхности, — можно рукой или лопатой, только будь аккуратен. Не вычерпывай сразу слишком много, но и не слишком осторожничай! Попеременно горизонтально встряхивай и

вычерпывай смесь, пока в лотке не останется совсем чуть-чуть песка. Над пробой всегда должно быть немного воды!

5. В конце концов в лотке останется лишь пара столовых ложек песка да, может, еще несколько камушков. Часть этого песка — черные минералы (магнетитовый песок, иногда еще бурый песок), например соединения железа (магнетит) или титановые руды — тоже темного цвета.

6. Теперь последний этап: выпрямись, держа в руках лоток с песком, на четверть наполненный водой. Концентрат соберется в углу наклоненного лотка — потряси его еще раз из стороны в сторону. Золото скопится в самом глубоком месте. Осталось только вытащить его из-под мелкого песка. Поверни лоток по часовой стрелке, чтобы мелкие песчинки рассредоточились по дну и стало видно золото; также можешь легким покачиванием вызвать небольшие волны, которые унесут мелкий песок и ополоснут золотые крупинки длиной 1—2 мм. Золото ты узнаешь по золотисто-желтому цвету (пирит, например, имеет более грязную, зеленовато-черноватую желтизну).

7. Хранить золото нужно в маленьких прозрачных сосудах, наполненных водой. Я рекомендую завинчивающиеся банки, поскольку крышки без резьбы могут неожиданно открыться. Как же теперь перенести золото из лотка в банку? Для этого тебе понадобится мокрая кисточка. Возьми крупинку кисточкой и опусти ее в банку с водой. Золото осядет на дно.

8. Вот и вся теория. Занятие это само по себе довольно простое — нужно только разделить смесь взбалтыванием и встряхиванием. Но отдельные приемы описать нелегко. Лучше, чтобы эту процедуру тебе кто-нибудь показал. Сейчас по всей Европе на берегах многих рек и ручьев организуются курсы промывки золота. Давно забытые месторождения, о которых в лучшем случае знал только местный краеведческий музей, открывают заново. Чтобы найти золотоискателей, которые наведут тебя на



Рис. 46. Промывание золота

золотоносные ручьи и реки, задай в Интернете поисковый запрос «курс промывки золота» (или «gold panning», или «orpaillage», если ты ищешь курсы в англоязычных странах либо во Франции или хочешь посмотреть фильмы).

9. Если ты, несмотря на тщательное встряхивание, взбалтывание и промывку, не обнаружишь в итоге золота, присмотришься к осадку внимательнее: он вовсе не бесполезен, черноватые и бурые частицы — это, как правило, железные руды, которые часто бывают магнитными!

86 Каменный век

ГДЕ: доисторические объекты можно обнаружить практически повсюду — особенно, конечно, там, где когда-то жили люди каменного века. Велика вероятность найти древние артефакты вблизи пещер, в которых некогда обитали первобытные люди, хотя вот уже несколько десятилетий там постоянно бывают туристические и археологические группы. Крестьяне эпохи неолита, как правило, селились на плодородных лессовых почвах. Везде, где река впадает в озеро (или в более крупную реку), довольно велика вероятность того, что на землях между рекой и озером (или двумя реками) когда-то были человеческие поселения. Берега озер и пляжи — тоже классические места находок. Для поисков особенно благоприятны пасмурные и дождливые дни: кремьень, например, в такую погоду разглядеть легче всего.

Во многих городах, вблизи которых были обнаружены доисторические поселения, есть коллекции или даже музеи; посетив их, ты сможешь составить себе представление о том, как выглядят предметы, которые можно найти в этих краях. Также тебе посоветуют, где именно их искать. Сравнительно легко узнать следующие три разновидности доисторических предметов.



Рис. 47. Глиняные черепки

1. *Костяные инструменты*

Бывает, что среди гальки обнаруживаются кости или зубы мамонтов. Но и более мелкие косточки, которые ты там подберешь, заслуживают внимания. Порой оказывается, что они обработаны так, чтобы их кончик стал острее или чтобы осколок можно было воткнуть в деревянную палку, как рукоятку. В каменном веке люди часто делали из костей убитых животных наконечники для стрел.

2. *Глиняные черепки*

Черепки можно найти на берегах многих водоемов; те из них, что покрыты прозрачным лаком или же имеют ярко-красный или белый цвет, явно не из каменного века. А вот потемневшие черные черепки, относительно мягкие на вид, могут оказаться очень старыми. Ведь в то время люди еще не умели нагревать керамику до высокой температуры, чтобы придать ей твердость. Если же найденный черепок украшен какими-либо узорами (например, насечками), то его можно датировать точно. Вот несколько примеров (рис. 47).

3. *Кремневые клинки*

В каменном веке люди работали отнюдь не только с кремнем: в зависимости от обстоятельств, для изготовления инструментов использовались и другие камни, например радиоларит или даже песчаник. Но кремний довольно легко узнать — если вдруг увидишь среди гальки сравнительно плоский острый обломок кремня, стоит рассмотреть его поближе. Если его не обломили совсем недавно, что бывает крайне редко, а, наоборот, кремний этот на вид старый, то вполне может оказаться, что он относится к каменному веку.

Надежным признаком этого являются другие следы обработки, которые видны на клинке, если приглядеться к нему внимательнее. Это так называемая ретушь, например зазубрины, напоминающие зубья пилы. Часто они однозначно свидетельствуют о том, что клинок не просто «случайно» обломили, а целенаправленно обрабатывали, чтобы сделать его острее. Если ты нашел обломок крем-

ня с такой ретушью, можешь быть уверенным, что и все остальные, менее однозначные клинки, которые ты обнаружил поблизости, тоже не являются случайными образованиями, а были изготовлены специально. Не стоит ожидать, что ты найдешь ручные рубила или наконечники для стрел, которые хоть сейчас в музей. Однако клинки, которые лишь при ближайшем рассмотрении выдают свою принадлежность к каменному веку, находят чаще, чем принято считать. Потому что именно там, где люди говорят себе: «Здесь любой мог бы что-нибудь найти», — именно в таких местах никто никогда и не искал.

4. *Право*

В Баварии, Гессене и Северном Рейне-Вестфалии действует принцип раздела находок, введенный римским императором Адрианом (117–138). Согласно этому принципу, половина принадлежит нашедшему данный предмет, а другая половина — собственнику объекта, где была совершена находка (как правило, собственнику земельного участка). Это наиболее простое и понятное правовое регулирование.

В других федеральных землях законы, к сожалению, гораздо невыгоднее. Так, в Баден-Вюртемберге нашедший обязан сдать свою находку, никакой компенсации за нее он не получает. Из-за этого в Баден-Вюртемберге о находках, как правило, предпочитают умалчивать. Поэтому там практически не сообщалось об обнаружении кельтских золотых монет. Зато сразу же за границей Баварии сообщений о находках непостижимым образом становится много больше.

Если ты обнаружил где-то что-либо примечательное — а это чувствует каждый нашедший, — то должен показать находки местному музею доисторической эпохи, или ведомству по охране памятников, или институту древней истории. Всегда может оказаться, что благодаря своей находке ты открыл еще неизвестное месторождение. Специалист, как правило, способен точно классифицировать артефакты и дать рекомендацию, что с ними делать. После того как твои находки будут зарегистрированы, ты,

скорее всего, сможешь забрать их обратно домой. В конце концов, в музейных архивах и так полно наконечников стрел и глиняных черепков.

87 Заколдованные камни

КОГДА: всегда, когда хочешь убедиться, что целое может быть и противоположностью суммы своих частей

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: маленький горшочек или большая прочная чашка (например, большая кофейная кружка), или другой цилиндрический сосуд (например, банка из-под арахиса); мелкая галька (для эксперимента можно также использовать стеклянные шарики или даже несоленый чищенный арахис)

1. Положи камушек в пустой сосуд и крутани его рукой по часовой стрелке: камушек тоже завертится по часовой стрелке.

2. Теперь положи к этому камушку горсть камней такой же величины и крутани кружку еще раз: галька будет крутиться уже не по часовой стрелке, а против! Она, по всей видимости, оказывает активное сопротивление движению!

3. Другой способ — добавлять к этому камушку другие постепенно. Так ты сможешь уловить момент, когда поведение всей системы обращается в свою противоположность. Это выглядит особенно впечатляюще, если проводить эксперимент не с галькой, а с шариками.

4. Известно, что в группе люди ведут себя совсем иначе, чем поодиночке; чего уж, казалось бы, ожидать от бесчувственных серых камней — чистой механики и линейного движения «в ногу». Однако эксперимент показывает, что даже самые простые природные феномены не так уж и просты, как это кажется поначалу. Физики только в последние 20 лет заинтересовались поведением гальки, песка

и других скучных, на первый взгляд, масс: зерна, арахиса или разноцветного шоколадного драже «Smarties» — и решили присмотреться к ним внимательнее. Оказалось, что самое банальное из всех повседневных явлений таит в себе множество загадок. Мы говорим о «гранулярной физике», которая часто кажется трансцендентальной; эта область явлений сулит много новых открытий.

88 Загадочные явления на пляже

ГДЕ: на пляжах

1. Пляж — это место, где сталкиваются друг с другом галька, песок, скалы, вода и ветер. Вода накатывает на берег и перемешивает гальку и песок. Однако в результате возникает не беспорядок, а причудливо упорядоченные формы. На илистом или песчаном пляже волны оставляют следы ряби. Стоит нарушить этот узор, как он сразу же восстанавливается — от этого становится даже немного жутко.

2. Если же пляж состоит исключительно из гальки, на которой кое-где разбросаны ракушки, нам часто кажется, что перед нами скопление, лишенное какой-либо структуры. Но разве не говорил один французский философ, что всякий хаос — на самом деле порядок, принцип которого еще не понят?

3. Приглядишься: вода вовсе не без разбора выбрасывает на сушу камни, песок и ракушки. Она сортирует предметы таинственным образом, и зачастую понять этот принцип можно лишь при более внимательном рассмотрении. Камни сходной формы и величины часто лежат рядом — это наблюдение сделал еще греческий философ Демокрит, обобщив его в афоризме: «Подобное тянется к подобному».

4. На пляжах творятся удивительнейшие вещи. На острове Гомера в Атлантическом океане есть пляжи, с которых зимой вода смывает весь песок, так что остается

только галька. Весной песок снова наносит течением, как будто океан хотел почистить его перед началом нового сезона. Странное явление обнаружила близ Марселя аугсбургская семья Фрейнов. Родители и дети, охваченные безудержной страстью к собирательству, набрали на пляже несколько мешков ракушек сердцевидки. Детальный анализ, проведенный в Аугсбургском университете биологом Экхардтом Хартманном, показал, что из почти 1000 ракушек практически все створки оказались *левыми*. Правые попадались крайне редко (каждая ракушка имеет правую и левую створки, как мы — правые и левые ноги или руки). Поскольку все ракушки, умирая, распадаются на две половинки, наиболее вероятным было бы равномерное их распределение. С чего вдруг вода, выбрасывая ракушки на берег, оказывает предпочтение левым створкам? Одна из многочисленных загадок, которые вечно накатывающие на берег волны в буквальном смысле слова бросают нам под ноги на пляже. Следующая волна смоеет ее и сразу же заменит новой.

5. Иногда на пляжах, особенно на пляжах речных островов, наблюдается правильное чередование гальки — так называемая черепичная структура (рис. 48). Камни

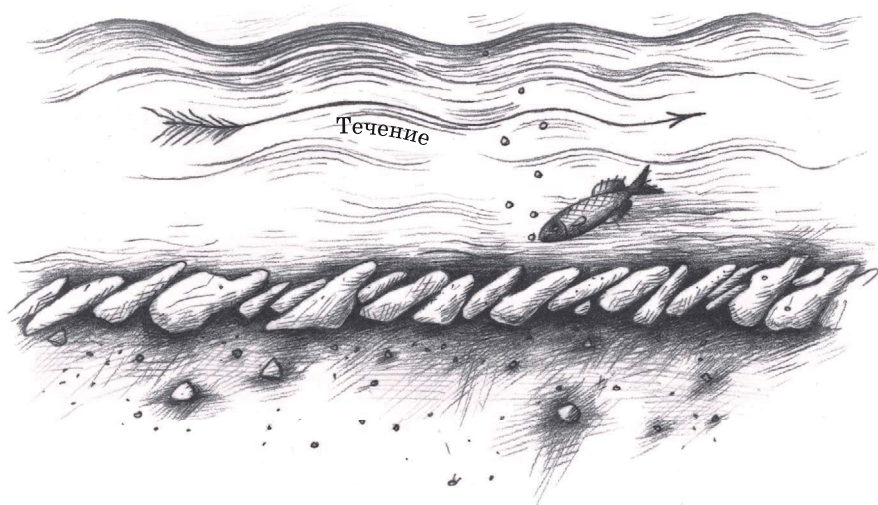


Рис. 48. Черепичная структура гальки

расположены, как чешуя у рыбы, — так, чтобы оказывать максимальное сопротивление течению или прибою. Они становятся поперек — в точности как рябь на песке, возникающая в воде перед пляжем перпендикулярно волнам. Такое ощущение, что гряда гальки пытается защититься от водной атаки. Распределение камней на галечном пляже напоминает стадо буйволов, в котором самые крепкие, сильные быки образуют внешнее кольцо, тогда как молодняк и буйволицы остаются в середине. Иногда это выглядит так, словно галька стремится отгородиться от накатывающих волн, как будто специально прикрывается сверху крупными камнями, которые трудно сдвинуть с места, чтобы лучше защитить лежащие снизу более легкие камни.

89 Подсчитай и удивись: галька и песок

1. Никакое другое сырье мы не используем в таких количествах, как гальку (и песок). На каждого жителя Германии в среднем приходится 5 т гальки в год (а в США в два раза больше — 10 т)! Представить себе, сколько это, можно, подняв в магазине стройматериалов или садовом центре десятикилограммовый мешок: чтобы получить 5 т, пришлось бы привезти 500 таких мешков.

2. Но для чего такое огромное количество гальки? Галька используется для строительства дорог и домов, мостов и вокзалов. Асфальт состоит по большей части из гальки или щебня, только 15% — смола. Здания тоже строятся преимущественно из гальки, так как бетон примерно на 80% состоит из гальки; остальное — цемент, т. е. собственно вяжущее вещество, и арматура.

90 Подсчитай и удивись: внутренняя поверхность

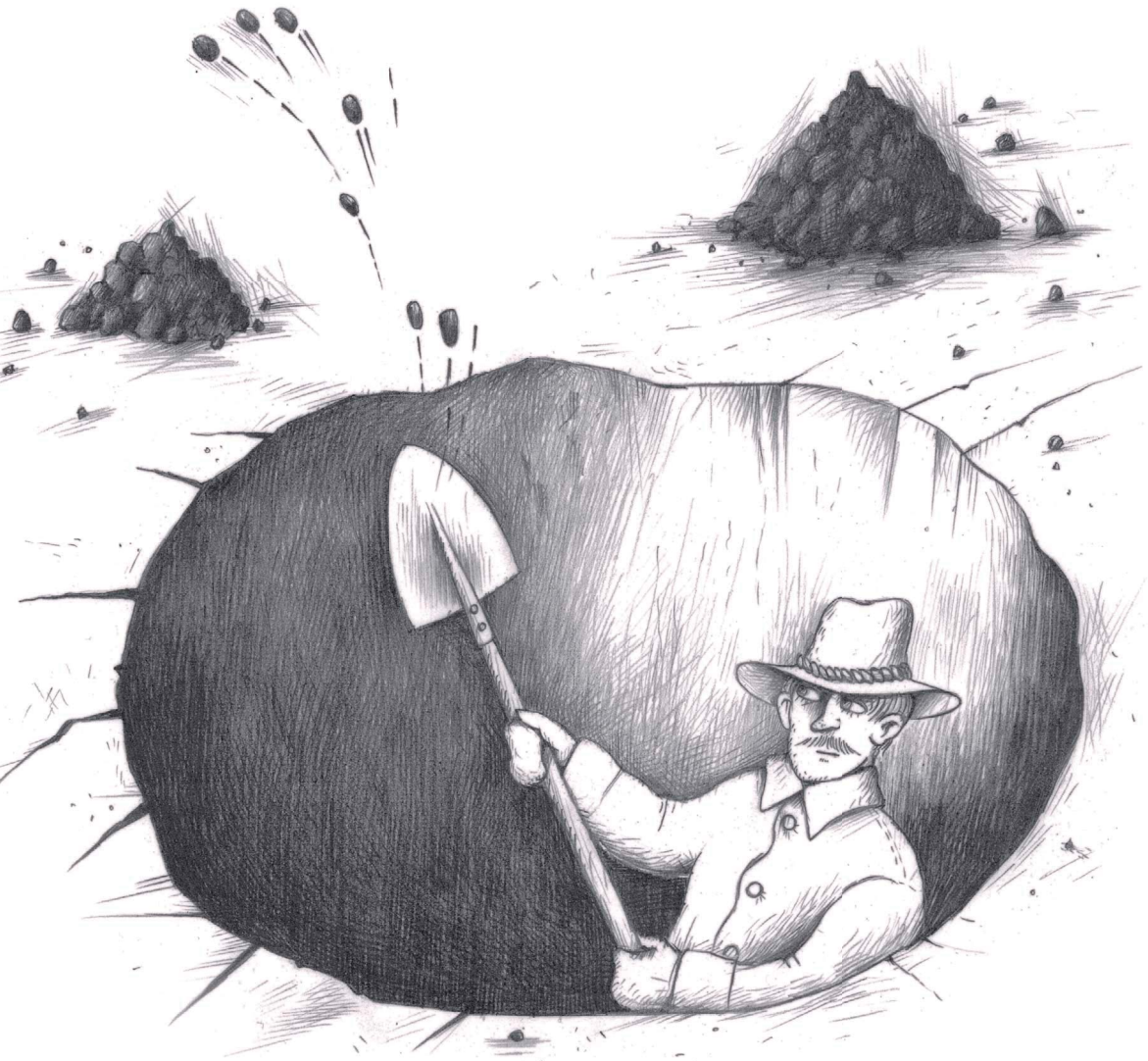
1. Представим себе кубик с гранью длиной 1 см — это соответствует небольшому камушку. Его площадь — шесть квадратных сантиметров. Разложим этот кубик на кубики поменьше с длиной сторон 0,1 см — это соответствует превращению гальки в крупный песок. Площадь такого 0,1-сантиметрового мини-кубика — $0,06 \text{ см}^2$. В результате разложения получится 1000 кубиков. Суммарная площадь этих кубиков составит 60 см^2 . Сделаем из этих мини-кубиков еще 1000 кубиков поменьше — получим мини-мини-кубики с длиной ребра 0,01 см. Площадь каждого из этих мини-мини-кубиков — $0,006 \text{ см}^2$. Это уже на границе царства песка, практически в царстве пыли. Этих мини-мини-кубиков у нас получится целый миллион. Их суммарная площадь — 6000 см^2 . На нашем письменном столе камушек займет место с ноготок. Если переработать его в песок, он покроет участок шириной с ладонь, а если измельчить в пыль, то всю поверхность стола.

2. Эти цифры вовсе не абстрактны, они обуславливают принципиально разные свойства гравийных, песчаных и пылеватых почв. Различия проявляются при использовании гальки и песка для фильтрации сточных вод: фильтрующий эффект песчаных почв гораздо выше, чем у гальки. А самые лучшие фильтры — пылеватые почвы.

3. Поэтому определенные виды пыли используются в гранулированном виде для чистки аквариумов и садовых прудов. Особенно эффективен так называемый бентонит, который добывается в Баварии. Бентонит образуется от выветривания вулканического пепла, и у него огромная внутренняя поверхность. Он применяется не только в аквариумах, но и в качестве наполнителя для кошачьих туалетов.

XIV

ЗЕМЛЯ



XIV

ЗЕМЛЯ

Песенка землееда

*Другие едят картошку-фри, сосиски или стейки,
Яблоки, груши, виноград или тофу.*

А я люблю землю.

Да, вы не ослышались!

Землю. По ней не только ходят.

Ее можно еще и есть.

Это нечто особенное! Земля не воняет.

*Возьми, какую надо: она благоухает. Она мягкая
на ощупь.*

Она то рассыпается, то тает на языке, как масло.

Многие едят землю! Малыши на игровой площадке.

Бабушки кричат им: «Нет! Там же собачье пи-пи!».

*А дети не слушают, пригоршнями запихивают землю
себе в рот.*

А гравий еще лучше: он солоноват.

*Бабушки тоже едят землю — из диетического магазина,
красиво упакованную под видом «лечебной грязи».*

Дома они тайком подмешивают ее

себе в чай, чтобы пищеварение снова заработало.

И замотанная мама — она тоже ест землю.

Кремнезем, чтобы

ногти и волосы снова стали красивыми.

*Даже турбоменеджеры едят землю, упакованную в
серебристые капсулы, рано*

утром в виде нанокремния, по десять евро за штуку!

Для повышения работоспособности.

А внутри этих капсул чистая каменная мука. Земля.

Китайцы едят землю.

*Африканцы едят землю. Они берут немного глины,
скатывают из нее шарик,
который тает на языке.*

*Мусульмане едят землю. Они берут пыль с могилы
пророка,
пекут из нее маленький пирог и съедают его.*

*Я люблю, когда земля светлая и не хрустит на зубах.
Подогреваю ее и откусываю. И запиваю стаканом воды.
Вкуснятина!*

Открой для себя грязь!

91 Пригоршня садовой земли

ГДЕ: в саду

1. Присмотревшись к садовой земле, ты заметишь, что она имеет рассыпчатую структуру. Откуда берутся эти крошки? Многие из них имеют характерную форму (круглую или цилиндрическую) и величину. Часто это крохотный оформленный кал; кажется, что весь гумус состоит из него.

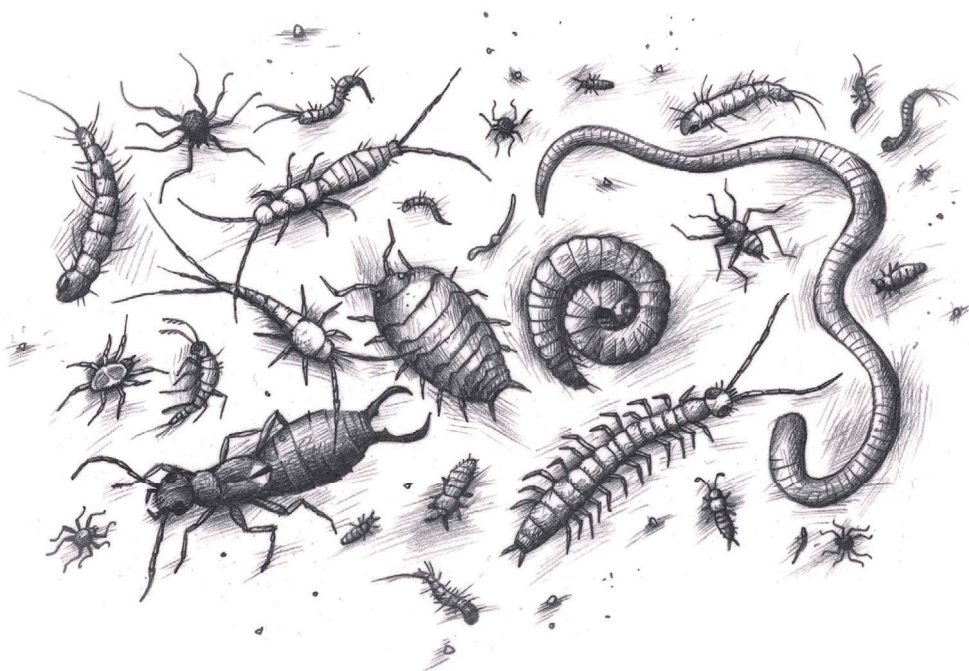


Рис. 49. Обитатели лесной подстилки

2. Кто это все переварил? Живых существ в садовой земле ты увидишь лишь изредка. Они хорошо прячутся. А вот если зачерпнешь в лиственном лесу горсть лесной подстилки, то заметишь этих существ: маленьких клещей, крохотных прыгучих насекомых и червей (рис. 49). Они, как правило, белого цвета, так как в темноте им не нужны пигменты, чтобы защищаться от солнца. А от света они разбегаются, расползаются и отпрыгивают в разные стороны.

92 Эрозия почв

ГДЕ: везде, особенно на наклонной плоскости

1. Если присмотреться к горной тропинке, мы увидим, что там, где отсутствует растительный покров, почва легко смывается. Чем отвеснее местность, тем быстрее выгладывает голая скала.

2. Это наблюдение универсально: везде, где почва обнажается, ее постепенно начинает сдувать и смывать. Чем больше угол наклона поверхности, тем быстрее. Пахотные земли тоже подвержены эрозии, так как там земля долгое время остается без защитного растительного покрова. Для того чтобы образовался слой почвы в палец толщиной, должно пройти от нескольких столетий до нескольких тысячелетий. А из-за эрозии ее может смыть или сдуть уже за одно столетие. Велика вероятность того, что хорошая почва закончится раньше, чем нефть. Только в регионах с лессовыми грунтами, на Великих равнинах, в некоторых регионах Европы и в Китае эрозия почв не является такой большой проблемой, поскольку толщина плодородной почвы достигает здесь нескольких метров.

3. Предотвратить эрозию позволяет так называемая консервирующая обработка почвы — форма сельского хозяйства без использования плуга. В Европе и США она завоевывает все больше сторонников.

93 Крайняя земля

ГДЕ: в городе

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: по возможности термометр

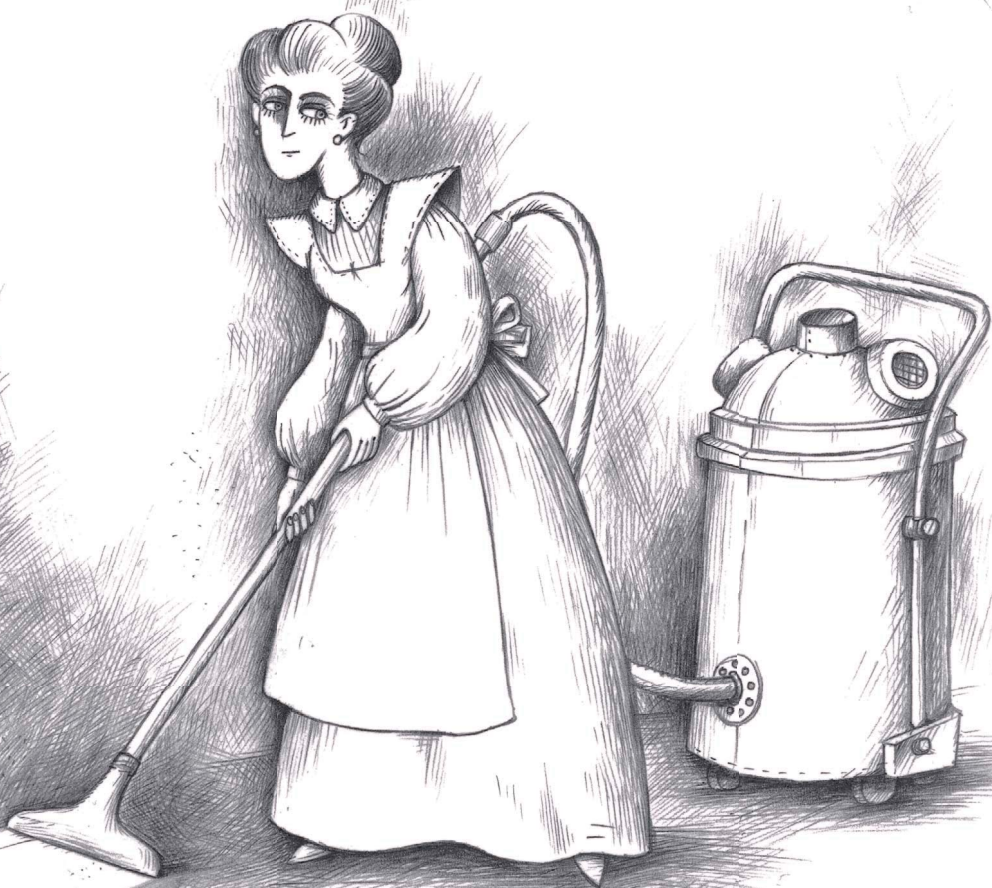
1. Почвы в городах часто заасфальтированы или забетонированы, но из трещин повсюду пробивается земля. И на бетоне образуется новая почва — из принесенной ветром пыли, которую активно собирают и скрепляют мхи, лишайники и мелкие растения. Выдерни какое-нибудь растение и посмотри на его корни: они цепко держат крохотные песчинки.

2. Если потрогать жарким солнечным днем асфальт, он может оказаться таким горячим, что едва не обжигает. Лежащий на земле термометр с легкостью может показать 50–60 градусов. Температуры, которые логичнее было бы ожидать в пустыне! И все же мелкие растения выдерживают такую жару.

3. Они выдерживают и многое другое: тяжелые металлы, постоянное вытаптывание, соль для посыпания дорог зимой. Так что они заслужили, чтобы ты разок опустился на колени и посмотрел, кто там внизу живет. Однако есть люди, которые эту героическую жизнь, эту землю-первопроходца выскребают кухонным ножом, поскольку она якобы нарушает порядок и оскорбляет их эстетические чувства!

XV

ПЫЛЬ



XV

ПЫЛЬ

Ругать пыль давно стало традицией, и традиция эта гласит: «От пыли вся грязь, от пыли все болезни». Пыль даже вызывает печаль, поскольку часто она образуется, когда что-то другое было уничтожено. В этом смысле пыль — довольно депрессивная, меланхоличная материя. Стал ли бы мир лучше без пыли? Врачи-пульмонологи, специалисты в области медицины труда и промышленной экологии и борцы с мелкой пылью во всех странах, наверное, в один голос восторженно воскликнули бы: «Да!».

Я смотрю на это иначе. Не спорю, некоторые виды пыли оказывают вредное воздействие. Но, несмотря на этот факт, пыль — положительное природное явление, которое мы должны хвалить, любить и превозносить. Ведь пыль — начало всей культуры. Ей мы обязаны пищей, наукой и искусством.

В одной старой истории есть трогательный пример. Когда кельтов, защищавших испанский город Нумантию, захватили римляне, чтобы увести в рабство, кельты, по рассказам греческого историка Диодора, бросились на землю, «целовали ее, причитая, и прятали горсти пыли в складках своих одежд, так что вся армия преисполнилась жалости и сочувствия. Каждого... охватил священный трепет при виде того, как даже звериные души варваров, чья судьба разлучает с привычной жизнью на родине, не забывают искренней любви к земле, их вскормившей».

Не только кельты в Нумантии, но и землепашцы во всем мире тянули по пыли свои плуги и сеяли семена. Пылеватая почва по сей день приносит лучшие урожаи. Я говорю не в переносном смысле — так как чернозем ино-

гда называют пылью, — а в прямом. Потому что крестьяне эпохи неолита — как в Европе, так и в Месопотамии и Китае — охотнее всего обрабатывали лессовые почвы. Они жили на пыли, на земле, которую принес ветер. Слово «лесс», которое сейчас используется во всех языках, изначально пришло из южно-немецкого, а точнее, алеманского диалекта, и означает оно «свободный», «рыхлый». Нижние слои лесса представляют собой желтоватую порошкообразную, но очень стабильную почву, состоящую из каменной пыли. Образовалась она, прежде всего, за счет выветривания каменных пород под воздействием мороза у подножия крупных ледников. Именно предгорье Альп, где простирается Штарнбергское озеро, когда-то было огромным «пылеметом». Зимой, когда ледниковые потоки замерзали, ветер высушивал и разносил мелкую каменную муку ледников. Как и сейчас, ветер тогда часто дул с запада. Он уносил с собой пыль и опускал ее на востоке. Пыль, поднятая с Альп, оседала в предгорье Баварского Леса — так же, как в комнате комки пыли скапливаются у стен. Так называемый Дунгау — лессовая местность перед Баварским Лесом — до сих пор считается житницей Баварии. Лессовая пыль там метровой толщины.

Лесс не содержит крупных камней, которые могли бы сломать лемех плуга, — ведь такие камни не переносятся ветром, — он легок и очень богат минералами. Лесс — то, чем обычно и является пыль, а именно пестрое скопление разнородных частиц. И именно в этом его совершенство, так как он содержит все питательные вещества, которые необходимы растению. Он гигроскопичен, т. е. поглощает влагу из воздуха, накапливает ее и отдает растениям. А поскольку его частицы такие мелкие, поверхность у них большая, поэтому они легко отдают ионы воде; такие почвы очень плодородны, их можно возделывать самыми простыми приспособлениями. Везде, где лесс срезан водой или человеком, он образует отвесные гладкие стены. Звери, а порой и люди роют себе норы в податливых лессовых склонах и используют их для жилья.

На лессовых почвах хорошо растет трава и зерновые культуры, а вот для леса они непригодны из-за своей

высокой водопроницаемости. Поэтому там, где лесс, в лесистых местностях нередко образуются прогалины. У первых европейских землепашцев было настоящее чутье на эти почвы, они предпочитали селиться именно там. Археологи знают, что везде, где есть лесс, они наткнутся на остатки древних поселений. Дунгау в Баварии, где осела пыль из предгорья Альп, был заселен с 5500 г. до н. э.

И в других местах основной фонд высокосортных пахотных земель, отличающихся наибольшим плодородием, чаще всего составляют лессовые почвы. Не только в Европе, но и в США — там лессы залегают в области Великих равнин, где когда-то команчи и индейцы лакота охотились на бизонов. В наши дни Великие равнины являются житницей Соединенных Штатов: там возделывается половина американской пшеницы и пасутся 60% стад крупного рогатого скота.

В обеспечении Китая продуктами питания огромную роль играет район Желтой Реки. Плотно населенный Северный Китай кормится преимущественно урожаями, выросшими на тамошних обширных лессовых почвах. В некоторых местах эти почвы достигают нескольких сотен метров в толщину, а у нас в Центральной Европе — только 20–30 м.

Лесс можно назвать примадонной среди почв: он дает лучшие результаты, но бывает и обидчивым. Так, неправильное обращение может запросто вывести его из себя. Как следует из его немецкого названия, он легко отделяется. Если рассердить его нерациональными методами земледелия, он тучей поднимется в воздух и исчезнет вместе со своим старым дружкой ветром. На Великих равнинах в США такое произошло после ужасных засух в 20-е и 30-е годы XX в. Тогда огромные пыльные бури так сильно докучали людям, что им пришлось в массовом порядке покинуть родину. В Китае пыльные бури тоже не редкость.

Итак, пыль, говорю я, кормила людей. Но это еще не все! Все тени для век и румяна — не что иное, как мелкая пыль, которая кисточками или ватой наносится на кожу. Еще в каменном веке люди разрисовывали себя пылью:

черной (углем), серой (золой), белой (мелом) и красной (охрой). Так они учились преображаться и одновременно защищали этим порошком свою кожу. Неприятная липкость пыли стала полезной.

Но и это еще не все. Пыль — мать письменности. В каждом более или менее сухом месте, где летом разбивают лагерь, почва со временем обнажается, и на ней образуется тонкий слой пыли — когда идешь по нему, он шелковистый на ощупь. На нем видны даже муравьиные следы! Непроизвольно начинаешь рисовать на этом слое, оставлять знаки и следы. Тех, кто не путешествует с палатками, такой же порыв охватывает при виде пыльных автомобилей. Руки так и чешутся оставить на них какое-нибудь послание. Разве письменность не могла зародиться на покрытых пылью дорогах и площадях?

По крайней мере, известно, что во времена Античности пыльные поверхности воспринимались как естественные доски для письма. На них ученые записывали свои формулы. Об Архимеде античные биографы рассказывают, что он оставлял свои каракули в каждом пыльном месте, даже в золе очага, и смерть настигла его, когда он чертил на песке теорему, а какой-то римский солдат его потревожил. «Ты никогда не касался ученой пыли!» — выкрикивает Цицерон в одном из своих диалогов, изображая человека, ничего не смыслящего в математике. Занятия математикой назывались во времена Античности *pulvis eruditus attingere* — «прикосновение к ученой пыли».

Существует даже теория, согласно которой нуль обязан своим возникновением пыли. Об этом учении совсем недавно вспоминал гарвардский математик Роберт Каплан. Он ссылается на то, что древние казначеи считали, рисуя в пыли таблицы с сотнями, десятками и единицами, а потом наглядно представляли соответствующие числа с помощью камней. Позднее они стали использовать покрытые пылью счеты. Пыль выполняла важную функцию: она служила для контроля счета.

Простой арифметический пример — 47 минус 34 — выглядит на счетах без пыли так (рис. 50):

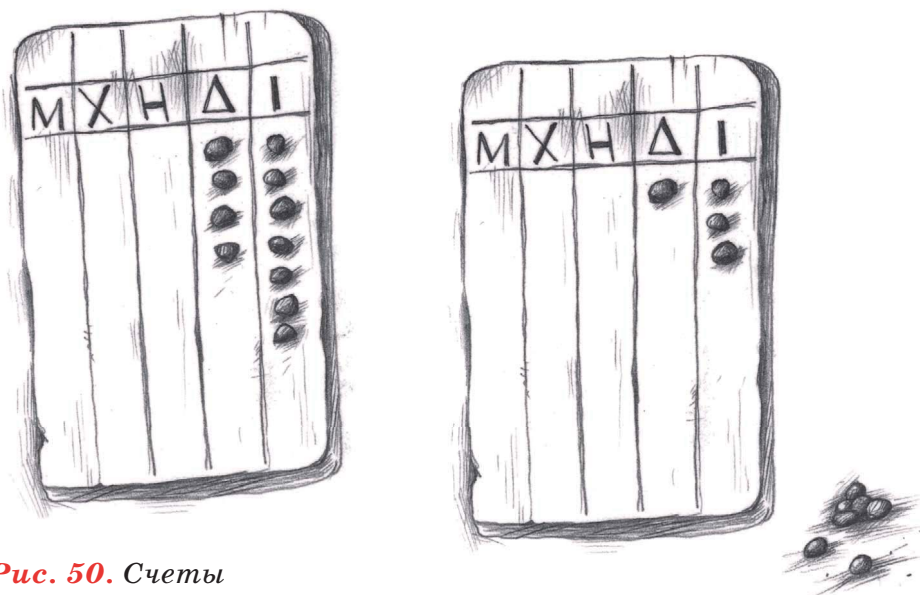


Рис. 50. Счеты

В такой форме ошибки, допущенные по рассеянности, или плутовство можно и не заметить. А если посыпать счеты пылью, результат можно перепроверить (рис. 51):

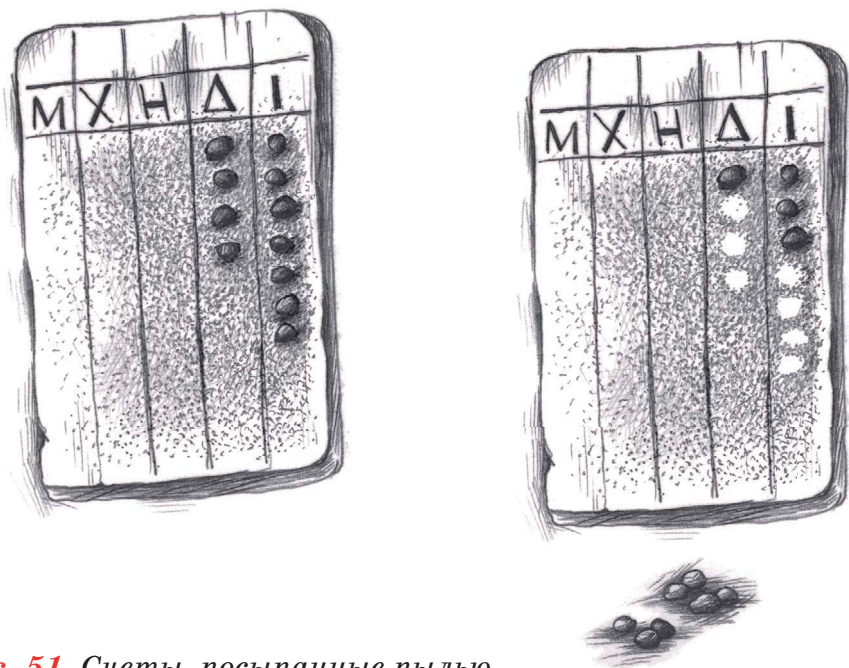


Рис. 51. Счеты, посыпанные пылью

Когда камень убирают, остается круглый след — пустой круг. Не эта ли картина навела древних математиков на идею нуля? Вышло бы слишком складно, если бы именно пыль, почти «ничто», указала людям путь к важнейшему понятию категории «ничто».

В конце концов, пыль значительно влияет на облик мира! Она великий художник, создающий малыми средствами большую красоту. Не только потому, что благодаря ей возникают облака. Именно пыль образует в воздухе легкую дымку, за счет которой воздух становится видимым, а горы отдаляются и кажутся голубыми. Без пыли не было бы мягкой полутени, а только густая иссиня-черная тень. А еще мы обязаны пыли красивыми закатами — нашим любимым природным явлением, которое чаще всего фотографируют. Его причина — пыль, рассеянная в воздухе, поэтому после извержений вулканов или сильных пыльных бурь закаты бывают особенно насыщенными.

Так что эти невзрачные на вид пылинки, танцующие в лучах солнца, на самом деле очень влиятельны и являются друзьями человека. По крайней мере, в большинстве случаев. Вот мой стишок, посвященный пыли:

*И шепчет песчинка,
Бормочет комочек,
О пыль!
Наша муза!
Века камень точат!*

Открой для себя крохотные частицы!

94 **Маленький — это какой? — Размеры пылинок**

КОГДА: когда выдастся спокойная минутка

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: одноцентовая монета

1. Пыль подводит нас к границе между чем-то и ничем, и возникает вопрос: с какого момента начинается Что-то, а с какого — Ничто? В любом случае, пылинка — самая маленькая частица, которую мы можем разглядеть невооруженным глазом. Какой мерой можно измерить пыль? Одна тысячная метра — это один миллиметр (мм), одна тысячная миллиметра — микрометр (мкм), а одна тысячная микрометра — нанометр (нм). В быту, во всяком случае, мы имеем дело с миллиметрами, а не с микрометрами; с нанометрами мы сталкиваемся только тогда, когда читаем в рекламных проспектах про наночастицы или про нано вообще как символ прогресса. Значит, миллиметр — самая маленькая мера, которую еще более или менее можно разглядеть? Мы недооцениваем свои органы чувств: сфера их действия шире. Микрометровый диапазон еще различим, лишь за пределами этого диапазона наших органов чувств становится недостаточно и приходится прибегать к помощи приборов.

2. Возьми одноцентовую монету (рис. 52). Ее диаметр — 1,6 см. На лицевой стороне монеты, где цифра «1», изображен глобус, на котором видна Европа.

3. С обеих сторон этого глобуса шесть звездочек. Диаметр звездочек — полмиллиметра, т. е. 500 мкм. Под каж-



Рис. 52. Одноцентовая монета

дой звездой есть крошечная выпуклость, которую можно разглядеть, повертев монету на свету. Эту выпуклость можно почувствовать и на ощупь. Я измерял ее прецизионным микроскопом — ее диаметр ровно 54 мкм. Пять сотых миллиметра! Разве не удивительно, что мы способны воспринимать такие крохотные вещи? Правда, благодаря зеркально гладкой поверхности монеты условия восприятия особенно благоприятны. Не всегда такие маленькие предметы можно увидеть.

4. 54 мкм — это почти на границе восприятия человеческого глаза, лежащей в диапазоне приблизительно 10 мкм. Объекты значительно меньшего размера мы не сможем воспринять при всем желании. 54 мкм и так уже перенесли нас в царство пыли! Пылинки по размеру меньше песчинок, т. е. обычно они меньше миллиметра. Типичная пыль измеряется в микрометровом диапазоне. Здесь мы различаем крупную пыль (более 10 мкм) и мелкую пыль (менее 10 мкм). Частицы, размер которых меньше 2,5 мкм, образуют так называемую ультрамелкую пыль. Они возникают в первую очередь в

процессе горения, например в отопительных установках или двигателях внутреннего сгорания. Однако и сигаретный дым состоит по большей части из такой мелкой и ультрамелкой пыли. По отдельности его частицы мы не воспринимаем, но то, что они висят в воздухе, заметно по молочной дымке.

95 Увидеть пыль

КОГДА: в солнечные дни — по утрам, днем и по вечерам; в городах зимой после снегопада

1. Пыль почти как пугливый зверек — показывается только в определенное время суток и при определенных погодных условиях. Лучше всего ее видно из комнаты, когда солнце стоит низко, а ты искоса смотришь в его сторону. (Ни в коем случае не смотри прямо на солнце!) На темном фоне тогда возникает бесконечное множество золотых частичек пыли, танцующих в солнечных лучах, — чудесное, умиротворяющее зрелище.

2. Если же ты наблюдаешь за пылью, стоя спиной к солнцу, то с большим трудом сможешь разглядеть отдельные пылинки.

3. Можешь распылить в луче солнца немного дезодоранта — против света капельки видны гораздо лучше, чем на свету. То же самое и с водопадом: если смотреть на него против солнца, мелкие водяные капельки сияют ярче, чем когда солнце светит тебе в спину. Тонкие легкие облачка иногда значительно светлее, если смотришь на них против низко стоящего солнца, а не повернувшись к нему спиной.

4. Если лечь в темной комнате перед яркой лампой так, чтобы поднятые колени закрывали направленную на тебя лампу, то увидишь мелкую-мелкую пыль, которая поднимается над коленями. Потри колени друг о друга —

при таком освещении покажется, что от них чуть ли не дым идет. При обычном освещении ничего подобного не увидишь.

5. Пыль (мелкие водяные капельки тоже можно назвать пылью) не является невидимой. Скорее, для нее характерна странная частичная видимость: она похожа на предмет, на который надели шапку-невидимку, но она немного съехала, так что часть предмета осталась на виду. Пыль находится точно на рубеже между видимыми и невидимыми предметами. Она наполовину видима. Только когда пыль кружится между нами и источником света — при условии, что этот свет нас не ослепляет, — только тогда мы можем ее разглядеть.

6. Поэтому в полдень пыль, как правило, невидима. В послеполуденные часы, когда солнце снова опускается, ты можешь еще раз как следует ее рассмотреть — частички пыли, танцующие в лучах заходящего солнца, оказывают особенно гипнотическое воздействие. По утрам пыль на полу и в углах навязчиво лезет в глаза, что, без сомнения, начинает раздражать. Лучше всего дожждаться вечера: при искусственном свете лампы под толчком пыль значительно менее заметна; в пасмурные дни при рассеянном свете, проникающем отовсюду, она практически не видна.

7. Особая возможность увидеть пыль в воздухе представляется зимой. Во-первых, зимой много топят — так в городах и деревнях в воздух попадает много пыли. Во-вторых, ветер зимой слабый, весь «соус», как любят называть исследователи аэрозоля* объект своих исследований, скапливается в городах и никуда не девается. Слои воздуха стабильны: внизу — холодный загрязненный

* Аэрозоль — понятие, которое включает в себя как твердые, так и жидкие частицы в воздухе. Поэтому он соответствует первоначальному значению пыли, так как под пылью раньше подразумевались как капельки, так и твердые частицы.

воздух, сверху — более легкий теплый. Это явление можно иногда наблюдать, когда солнечным январским днем смотришь с возвышения на город или деревню. Коричневатый туманный городской воздух четко отделяется от ясного воздуха над ним. В январе и феврале воздух в наших краях особенно грязный, прежде всего, концентрация мелкой пыли в эти месяцы во многих городах превышает пороговое значение. Когда идет снег, снежинки собирают пыль. Они идеальные пылесборники, поскольку имеют очень большую поверхность и падают медленно-премедленно. (У дождевых капель поверхность, наоборот, совсем ничтожная, и они несутся вниз со скоростью 8 м/с.) Поэтому снег — самый грязный вид атмосферных осадков, хотя и выглядит белым. Если растопить горсть свежеснежавшего снега, часто можно разглядеть множество мелких пылинок. Потри их между пальцами, и ты увидишь, что зачастую это частички сажи: они оставляют тонкие черные полосы. Свежеснежавший снег в городе имеет странный, шерстисто-неприятный, иногда металлический привкус, который, видимо, вызывают сажа и другие вредные вещества. Старый снег на обочинах шоссе часто выглядит ужасно грязным: на нем оседают частицы сажи выхлопных газов.

96 Комки пыли как пылевые фильтры

КОГДА: когда вытираешь пыль или пылесосишь

Я никогда не забуду свой визит в фирму *Deutsche Montan Technologie* (DMT) в Эссене — горнопромышленную компанию, которая проводила, в том числе, измерения запыленности. В коридоре находилась коллекция разных сортов пыли. Специалист по пыли, который меня сопровождал, указал на стаканчик с пепельно-серой пылью и сказал: «А это бывший руководитель отдела!». При виде моего озадаченного лица он с силой хлопнул меня по спине: «Да я шучу!». Фирма DMT исследовала пылесосы. Мой сопровождающий открыл мне тайну, что

далеко не каждый пылесос уменьшает количество пыли в воздухе — некоторые только перераспределяют пыль. «А другие даже сами создают пыль!» — воскликнул он, приблизившись к испытательному стенду. Там, словно в палате интенсивной терапии, лежал пылесос, весь опутанный проводами и шлангами. Он изо всех сил всасывал воздух, а отработанный им воздух анализировался в режиме онлайн. Главный испытатель пылесосов объяснил, что пыль — одно из лучших средств против пыли: «Пыль поглощает пыль!». Когда мешок для сбора пыли пуст, пылесос всасывает сравнительно плохо, хотя и считается «хорошим». Appetit приходит только во время еды. Поэтому пылесос с наполовину забитым мешком работает, по его словам, намного лучше. Ведь сама пыль удерживает пыль. Этот день стал для меня полным открытий.

Спустя годы — дело было как-то в воскресенье в Аугсбурге, когда мой сынишка прыгал на кровати в спальне, а я, наполовину забравшись под эту кровать, пытался достать закатившийся под нее резиновый мячик, — я наблюдал явление, которое непосредственно иллюстрировало учение о пыли специалиста из Дуйсбурга («Мы произошли от угля!»). Я увидел, как при каждом прыжке моего сына комочки пыли начинали двигаться туда-сюда, как тряпки для вытирания пыли. С каждым прыжком воздух продувал и обдувал эти комки — и подкармливал их новой пылью. Я достал один и наблюдал, что на комках большего размера висели маленькие, а на маленьких — совсем крохотные — казалось, будто они притягивают друг друга; видимо, и комки пыли заряжены статическим электричеством. Вообще комок кажется огромной сетью, трехмерной фильтровальной тканью, улавливающей даже крохотные пылинки.

Я понял, что комок пыли действует по аналогии с пылью в мешке пылесоса. Он притягивает новую пыль и удерживает ее. Когда мне, наконец, удалось рукояткой швабры выгнать мячик из-под кровати, я подумал: может, запатентованные, технически оптимизированные комки пыли стали бы экологичной, энерго- и времясберегающей альтернативой пылесосу? На упаковках было

бы написано: «СВЕРХМОЩНЫЕ КОМКИ ПЫЛИ. *Забудьте про пылесос!*». Эти высокотехнологичные продукты раскладывали бы под кроватями и отопительными батареями — они катались бы в потоке воздуха и отфильтровывали бы всю пыль. После эксплуатации в течение нескольких месяцев или лет некогда белоснежные высокотехнологичные комки пыли величиной с ватный шарик, разложенные под батареями, кроватями и шкафами, превращались бы в косматых серых чудовищ, неспособных пошевелиться от пыли. Тогда бы их собирали и заменяли.

97 Комочки пыли

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: молотый перец (сладкий), сосуд (лучше всего пустая банка из-под арахиса, но высокий стакан тоже подойдет)

1. Если присмотреться внимательнее к сахарной пудре или крахмалу в кухне и немного потрясти их, мы обнаружим следующее: после встряхивания поверхность не становится гладкой, как можно было бы подумать, а наоборот, образуются мелкие комочки.

2. Можешь исследовать это более детально, насыпав в стакан молотого перца и слегка постучав по нему карандашом или ложкой. На поверхности образуются мелкие комочки, которые увеличиваются или уменьшаются в зависимости от того, держишь ли ты стакан под наклоном или прямо, а также в зависимости от того, как ты встряхиваешь и стучишь. Этот бодрый мир комков и комочков может практически исчезнуть от одного удара — если ты сильно стукнешь стаканом по столу. Поверхность пыли снова станет идеально гладкой — как будто ничего и не было. Если ты добавишь в стакан две-три капли воды и покрутишь его,

в нем образуются оформленные шарики, которые, когда высохнут, останутся на удивление прочными.

3. Это еще раз доказывает, что пыль вовсе не такая уж бесформенная и «мертвая». Нужно лишь немного подтолкнуть ее, и вот уже она принимает удивительнейшие формы и начинает странно себя вести. Повседневные вещи хранят в себе тайны!

4. Похожие комочки образуются и в природе, а именно во время плиниевых извержений вулкана. Плиниевыми они называются потому, что римский сенатор и писатель Плиний Младший впервые описал такое извержение вулкана Везувия, во время которого погиб его дядя Плиний Старший. Во время плиниевых извержений образуется огромное облако пыли, пронизываемое молниями. В этом облаке кружатся вверх и вниз частицы, они заряжаются статическим электричеством и притягивают другие частицы. При наличии небольшого количества влаги могут возникнуть комочки величиной с мячик. За счет некоторого количества влаги — а в вулканических пылевых облаках ее часто содержится с избытком — эти мячики еще больше уплотняются и падают вниз. Нередко эти комочки бывают настолько прочными, что на них при падении самое большее появляются вмятинки, в остальном же они нисколько не страдают. Специалисты называют эти шарики «аккреционные лапилли». Бывают даже окаменевшие лапилли, свидетельствующие о доисторических извержениях вулканов, в некоторых местах они встречаются в таких количествах, что эти комочки выкапывают экскаватором и кидают в стиральные машины, чтобы придать джинсам потертый вид. В Хемнице, где 260 миллионов лет назад произошло сильнейшее извержение вулкана, в результате которого весь хвощовый лес вместе с его гигантскими стрекозами и амфибиями оказался погребен в пыли, я и сам собирал такие лапилли — довольно симпатичные. Мне говорили, что еще их можно найти в Помпеях, близ Нёрдлингенского Риса (метеоритного кратера в Баварии) и якобы на Марсе.

98 Услышать пыль

КОГДА: когда выдастся спокойная минутка

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: щепотка мелкой пыли (в крайнем случае, щепотка молотого перца), лист бумаги

1. Кажалось бы, пыль падает совершенно бесшумно. Однако ее падение можно сделать слышимым. Ляг на бок и накрой ухо листом бумаги (рис. 53).

2. Теперь одной рукой высыпь на бумагу щепотку мелкой-мелкой пыли. Столкновение частиц хорошо слышно. Так же можно услышать топот муравьев или пауков.

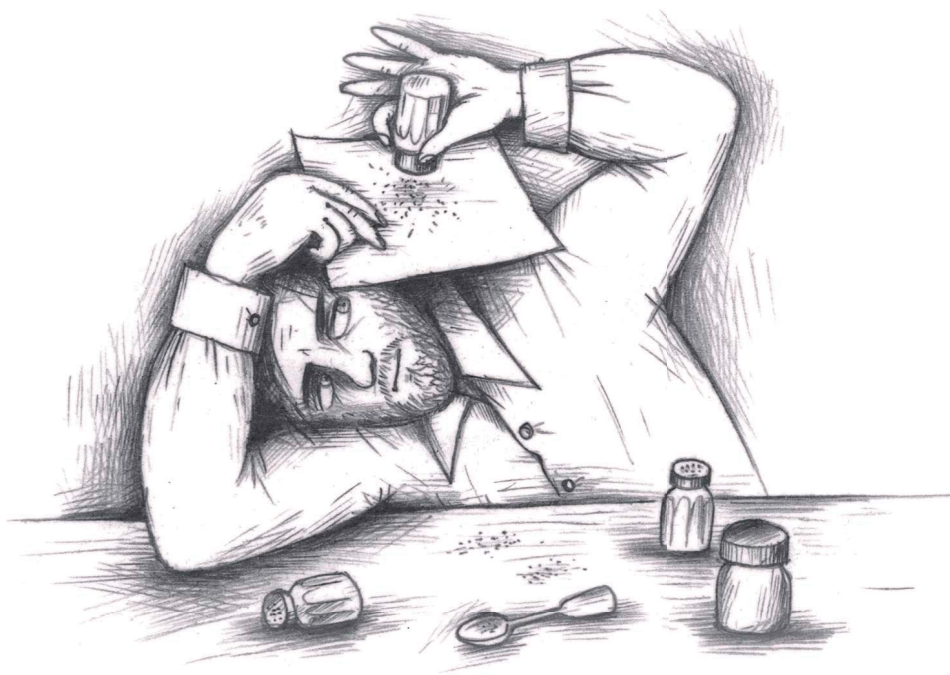


Рис. 53. Слушаем пыль

99 Устройство мира пыли

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: рафинад, газета, лист бумаги

1. Как мы уже выяснили, в мире крошечных предметов площадь важнее массы и силы тяжести. Следующий эксперимент позволит нам в этом убедиться. Для опыта потребуется одна-две упаковки рафинада — лучше всего разложить рафинад на газете. Это не обязательно должен быть *рафинад* — можешь использовать и другие кубики.

2. Сооруди из маленьких кубиков кубики побольше с длиной ребра в два, три, четыре, пять или шесть кубиков. Занеси в таблицу общую площадь получившихся больших кубиков (измеряется числом видимых поверхностей кубиков), массу (измеряется числом используемых кубиков) и длину ребра.

3. Вскоре окажется, что площадь и масса шагают не в ногу. Масса увеличивается намного быстрее, чем площадь. Из этого вытекает одно важное следствие: чем больше предметы, тем сильнее их физические свойства зависят от массы. В какой-то момент сила тяжести становится определяющей величиной. Для крупных существ она гораздо опаснее, чем для мелких. Землеройка может спрыгнуть с высоты трех метров и остаться целой и невредимой. Человек при этом заработал бы, по меньшей мере, вывих, а для слона такой прыжок мог бы оказаться смертельным.

4. И наоборот — этот эксперимент с рафинадом показывает, что если измельчить кубики, масса убывает гораздо быстрее, чем площадь. Поэтому сила тяжести превращается для маленьких частиц и очень мелких зверьков в пренебрежимо малую величину. Зато поверхностные силы, особенно электростатическая сила и поверхностное напряжение, приобретают для них большее значение. Для людей, мышей и лошадей это не проблема, а вот для мух — да. Если муха хочет попить, она подвергается

серьезной опасности — как человек, склонившийся над обрывом. Если мухой завладеют поверхностные силы, за просто может случиться так, что она больше не выберется и утонет. Возможно, именно по этой причине у многих насекомых есть хоботок, с помощью которого они держатся на безопасном расстоянии от таящего в себе угрозу источника воды или пищи.

100 Почему пыль летает?

ГДЕ: перед мусорным ведром

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: бумажный носовой платок

1. Если развернуть и бросить бумажный носовой платок, он медленно спланирует на землю; если же ты его скомкаешь, как обычно поступают, когда хотят его выбросить, он полетит вниз довольно быстро и целеустремленно.

2. Диаметр скомканного носового платка составляет около 4 см, а его радиус r (половина диаметра) — соответственно 2 см. Есть формула, по которой, зная радиус шара, можно рассчитать его площадь. Согласно этой формуле, площадь $A = 4 \pi r^2$ (π — число пи, равное приблизительно 3,14). Если подставить в эту формулу радиус платка, получится примерно 48 см^2 .

3. Если же ты расстелешь платок, то площадь каждой его стороны составит $20 \times 20 = 400 \text{ см}^2$. Если пренебречь боковыми поверхностями, то вместе получится 800 см^2 ! Вес носового платка не изменился. Изменилось отношение площади к весу. Поэтому скомканный носовой платок ведет себя иначе, чем разложенный. И компактный комок тоже ведет себя не так, как порошок!

101 Липкая пыль

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: воздушный шар, соль и перец, мисочка масла

1. Существуют различные приемы, позволяющие очистить воздух от пыли. Можно пропустить воздух через волокнистый фильтр или мелкопористую бумагу, а можно вывести пыль электростатическим методом. Как этот метод действует, ты можешь увидеть на примере простого эксперимента с воздушным шаром (пластмассовая ложка тоже подойдет). Потри воздушный шар шерстяной тканью (например, свитером). От трения воздушный шар заряжается электричеством: он притягивает волосы, если подержать его над головой, и мелкие клочки бумаги. Воздушный шар создает неоднородное электрическое поле, которое приводит к смещению зарядов клочков бумаги. Если электростатическая сила, притягивающая клочки бумаги к воздушному шару, больше силы тяжести, то клочки «подлетают» к шару. Смешай соль с молотым перцем и поднеси заряженный трением воздушный шар к этой смеси. Молотый перец легче, чем кристаллы соли, поэтому он первым взлетит к воздушному шару. Однако полностью разделить смесь таким способом невозможно.

2. Наполни мисочку любым маслом и поднеси к ней воздушный шар, который ты перед этим зарядил трением о шерстяную или флисовую ткань. Когда шар окажется на определенном расстоянии от мисочки, мелкие капельки масла «запрыгнут» на него. Электростатические сепараторы такого типа широко используются в промышленности, а также на фабриках-кухнях.

102 Величайшая глупость

ГДЕ: на полу

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: совок для мусора

1. «Ничто не дает такого представления о бесконечности, как глупость», — писал Эден фон Хорват в «Сказках венского леса». Поскольку пыль лучше всего позволяет ощутить бесконечность, можно сделать вывод, что пыль — самая большая глупость.

2. Когда пытаешься замести пыль на совок, замечаешь остаток. Начинаешь снова замечать его — уже с другой, противоположной стороны — и снова остается остаток. Как ни расположишь совок, все комки и отдельные пылинки на него никак не загонишь. Всегда что-то остается. Как мы тогда поступаем? Просто разравниваем его половой тряпкой и объявляем, что теперь «все чисто».

103 Пылящие растения

КОГДА: весной

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: солнечные очки

1. Не только человек производит пыль в различных целях: растения тоже пылят — в целях размножения.

2. Сезон пыления начинается в марте, когда цветут березы, за ними в конце апреля следуют ели. Их светло-желтую пыльцу можно часто увидеть по краям луж, а когда солнечно и сухо, достаточно лишь дотронуться до тычинки, как с нее густым облаком посыплется пыльца. Если в этот период, находясь рядом с елью, ты снимешь солнечные очки, то вскоре заметишь на темном стекле светлые точки — еловую пыльцу. У нее особая форма, составить представление о которой можно, вооружившись лупой: справа и слева у пылинки наполненные воздухом

летательные мешки — эта конструкция помогает им преодолевать большие расстояния.

3. В июне начинают цвести травы и злаки — их пыльца причиняет особенно много неприятностей аллергикам.

104 Опыляющие растения

ГДЕ И КОГДА: в апреле или мае рядом с цветущей магонией (это такой кустарник, который растет во многих садах. У него темно-зеленые кожистые листья с колючками, весной — мелкие желтые цветы, а осенью — синие ягоды с темно-фиолетовым соком)

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: иголка или тонкая острая травинка

1. Многие растения не полагаются на авось и не доверяют свою пыльцу ветру, а используют гонцов — насекомых. Опускаясь на цветок, насекомые измазывают в пыльце бока или ножки. А два кустарника, которые часто сажают в садах, — магония и барбарис (рис. 54) — пошли еще дальше: их цветки активно двигаются, осыпая насекомых пыльцой.

2. Когда насекомое заползает в цветок и касается внутренней стороны тычинок, те в доли секунды откидываются внутрь и вдавливают пыльцу в спину насекомого.

3. Возьми иголку или травинку и ткни ею в мелкий желтый цветок магонии. Тычинки среагируют на этот раздражитель и вымажут травинку (или иголку) пыльцой. Это одно из самых быстрых движений, которые только можно наблюдать в царстве растений.



Рис. 54. Магония и барбарис

105 Как растения избавляются от пыли

ГДЕ И КОГДА: в саду весной, летом или осенью

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: несколько листиков настурции, кисточка, немного мелкопорошковой пыли (например, пыль с обочины дороги, молотый перец или лечебная грязь из магазина косметических и гигиенических средств), распылитель

1. Насколько щедро растения разбрасывают пыльцу со своих цветков, настолько же неохотно они ее терпят на своих листьях. Ведь каждая пылинка отбрасывает тень и мешает растению заниматься фотосинтезом, т. е. превращать сахар в энергию. Кроме того, ветер приносит вместе с мелкой пылью грибные споры, которые как по мановению руки превращаются в грибы-паразиты. Как растение избавляется от пыли? Поскольку у него нет рук, чтобы отряхнуться, многие растения обладают так называемой самоочищающейся поверхностью. Она состоит из крошечных восковых кристалликов, которые распределены по поверхности как шишечки, препятствующие прилипанию воды или пыли. Благодаря этому контактная поверхность между листом и каплей воды крайне мала; капли отталкиваются от поверхности, практически не оставляя следов. Боннский ботаник Вильгельм Бартлотт исследовал принцип действия этих поверхностей на примере лотоса, поэтому этот эффект называется эффектом лотоса. В Азии лотос за безупречную чистоту листьев почитают священным растением, некоторые мастера дзен посвятили ему стихи и трактаты. Однако лотос — не единственное растение с самоочищающейся поверхностью. Многие луговые растения: большинство видов трав, клевер, бедренец, водосбор и другие — тоже обладают эффектом лотоса. Для изучения эффекта лотоса лучше всего подходит настурция. Ее легко вырастить из семечка, она прилежно отрачивает довольно крупные листья, и у всех у них самоочищающаяся поверхность. Вот несколько экспериментов, которые ты можешь провести с настурцией.

2. Побрызгай распылителем, которым обычно пользуются при глажке белья, лист настурции: тебе не удастся намочить лист. Капельки скатываются, как ртуть. Если погрузить лист в воду, вокруг него образуется серебристая воздушная оболочка.

3. Посыпь лист небольшим количеством мелкой пыли, а затем побрызгай его водой. Ты обнаружишь, что капельки воды до некоторой степени собирают пыль и скатываются вместе с ней. Грязь приклеивается сильнее к воде, чем к листу, поэтому капельки воды ее уносят. Небольшого тумана уже достаточно растению, чтобы благодаря особой структуре поверхности снова очиститься.

4. Слегка потри лист в одном месте и снова побрызгай его водой: вода прилипнет к этому месту. Структура поверхности, способствующая самоочищению, разрушена. В этом заключается одна из проблем, препятствующих технической имитации эффекта лотоса. Поверхности довольно чувствительны к прикосновению.

XVI

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ



XVI

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

«**В**сякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб»*, — говорит Лейбниц и выражает в письме математику Якобу Бернулли уверенность, что даже в микроскопических пылинках содержатся миры, не уступающие нашему по красоте и разнообразию. Умирая, живые существа переходят в такие миры.

Лейбниц писал это под впечатлением от открытия микроорганизмов, которые впервые сделал видимыми голландец Антони ван Левенгук, сконструировавший микроскоп (рис. 55). Ни одно другое природное царство не давало повода для такого глубокого, чистого энтузиазма, как царство микробов. Восторг, вызванный открытиями Левенгука, можно сравнить разве что с восторгом от открытия Америки.

Ведь микроскоп показал, что в природе существуют бесконечно малые объекты и мироздание далеко не ограничивается тем, что мы можем увидеть невооруженным глазом. В каждой капле воды живет множество существ. Мелкие животные всегда заставляли нас поражаться бесконечной тонкости природной организации, однако осознание того, что блоха или клещ — далеко не самые маленькие создания, отличалось новизной и взволновало умы. Это открытие расширило и углубило представления человека о мироздании.

Лучший способ разделить восторг Лейбница — вытащить из воды диатомовую водоросль, желательно покрытую серо-коричневым слизистым налетом, и рассмотреть эту слизь под микроскопом. Наблюдателю откроется невероятное разнообразие форм. Маленькие подводные лод-

* Перевод Е.Н. Боброва. — *Прим. пер.*

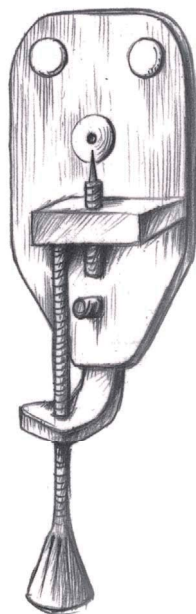


Рис. 55. Микроскоп Левенгука

ки снуют туда-сюда: это и есть диатомовые водоросли, или диатомеи. Они отличаются крайне причудливыми, узорчатыми формами: одни напоминают кружева, другие — космические корабли из фантастических книг.

Панцири отмерших диатомовых водорослей непрерывно падают вниз, словно белый дождь, скапливающийся на дне озера. За счет этого могут образоваться метровые слои — в некоторых регионах их добывают как диатомит. Первые крупнейшие в мире месторождения находились на Люнебургской пустоши — это грунтовые слои больших озер, существовавших там 120 000–300 000 лет назад. Местные жители иногда мазали этот диатомит на хлеб и ели. Считается, что из него даже пекли блины и хлеб! По крайней мере, ученый-энциклопедист Иоганн Георг Крюниц в одном из томов своей Экономической энциклопедии, опубликованной в конце XVIII в., вспоминает о так называемой «горной муке», которую еще называют «лунным молоком, минеральной мукой, *farina fossilis*, *Agaricus mineralis*, *Lac lunae*, *Morachtus*», — «мягкой и

нежной белой земле», что попадает «порой в пещерах и ущельях», а иногда даже пробивается на поверхность земли. Бывало, в плохие времена, например «во время Тридцатилетней войны», в некоторых местах из нее пекли хлеб и ели его. Крюниц пишет, что этот обычай еще частично сохранился: «Я слышал об этом, поэтому попросил прислать мне немного этого испеченного хлеба, но, когда я взял его в руки, он показался мне таким тяжелым, что я счел это блюдо крайне неудобоваримым». Крюниц не стал пробовать присланный ему хлеб из горной муки, «хотя некоторые уверяли, что люди едят его безо всякого вреда для себя». Невольно представляешь себе нужду и голод, терзавшие тех людей, и в то же время — их наивную, глубокую веру в то, что этот белый порошок, напоминающий на ощупь муку, — в самом деле мука, которую Господь Бог приберег для них в укромном месте. Тот, кто отправится на Люнебургскую пустошь и обнаружит в открытых шахтах кусок диатомита, будет поражен тем, насколько название «горная мука» подходит этому белому, легкому, как пенопласт, обломку. Если залить сухие куски диатомита водой, они слегка разбухнут — кажется, что они могут впитать бесконечно много влаги, — и станут чем-то вроде теста. Диатомит можно встретить и на берегах озер и рек — в виде белой корки, образующейся, например, на медленно сохнущих лужах. Она толще, чем обычное известковое отложение, и сильно крошится.

В наши дни диатомит продается во многих магазинах косметических и гигиенических средств под видом особой «целебной грязи». Однако наиболее широкое применение это вещество находит, прежде всего, в сфере высоких технологий, поскольку его составные компоненты — невероятно тонкие, словно чеканные панцири водорослей, — придают ему замечательные свойства. Во-первых, диатомит обладает высокой впитывающей способностью, поэтому Альфред Нобель использовал его для производства динамита. Он смешал свое «взрывчатое масло» — нитроглицерин — с белым порошком, добываемым на Люнебургской пустоши, и получил взрывчатое вещество, которое можно было относительно безопасно транспортировать. Благодаря этому изобретению

Нобель нажил огромное состояние, проценты от которого до сих пор отчисляются на финансирование Нобелевских премий.

Однако панцири водорослей способны на большее! В 1891 г. Вильгельм Беркефельд, на протяжении многих лет поставлявший Нобелю диатомит, обнаружил, что обожженный диатомит может отфильтровывать взвешенные вещества и даже бактерии, которые содержатся в жидкостях. Он изготовил из него водяные фильтры, которые впервые были использованы в 1892 г. во время эпидемии холеры в Гамбурге. Было установлено, что причиной эпидемии стала зараженная питьевая вода. Фильтры Беркефельда оказались эффективными; они спасли жизнь некоторым жителям Гамбурга и с тех пор приобрели известность. Диатомит и сегодня применяется для очистки питьевой воды, а также для фильтрования вина, пива и соков.

Белесая земля, которая после обжига может выглядеть красноватой, используется также в качестве теплоизоляционного материала и носителя для катализаторов. Но самое странное ее применение — в качестве инсектицида. Так, любители кактусов подмешивают диатомит в землю для борьбы с корневой тлей. В самом деле, за счет того, что диатомит такой мелкий, он обезвоживает насекомых; кроме того, мелкие осколки диатомита попадают между суставами насекомых и, очевидно, мешают им ползти дальше. Белый порошок разрешается использовать даже в экологическом сельском хозяйстве, но, по возможности, белую пыль лучше не вдыхать. Если диатомит обжигали при слишком высокой температуре, то мелкие панцири могут кристаллизоваться, а кристаллическая кремниевая кислота способна привести к так называемой «асбестовой болезни легких» — силикозу. Однако такая опасность существует только при контакте с сильно обожженной кремниевой кислотой — обычный диатомит из земли не является кристаллическим, а следовательно, не представляет угрозы.

Но вернемся от панцирей диатомовых водорослей к самим водорослям! Это одноклеточные, обладающие спо-

способностью к движению и фотосинтезу, но по их внешнему виду этого не скажешь, так как они не зеленые, а, скорее, серо-коричневые. Особый пигмент — фукоксантин — перекрывает хлорофилловые пигменты в клетке.

Хотя диатомовые водоросли и являются одноклеточными, это вовсе не означает, что они примитивные или особо древние живые существа. Напротив, это высокоорганизованные микроорганизмы, которые сравнительно недавно вышли на сцену жизни. Первые диатомеи появились примерно в одно время с первыми млекопитающими — в начале юрского периода, 180–190 миллионов лет назад. Они начали развиваться в ту эпоху, когда млекопитающие расселились по всему миру.

Сегодня диатомеи — важнейший источник биомассы и кислорода в пресных и соленых водах, а также главный источник пищи для микроорганизмов. Личинки комаров-звонцов, водяные блохи или веслоногие ракообразные, которых еще кое-как можно разглядеть невооруженным глазом, питаются преимущественно диатомовыми водорослями. Если поймать их и рассмотреть их желудки под микроскопом, то, как правило, увидишь, что они набиты диатомовыми водорослями. А этих мелких созданий, в свою очередь, ловят другие животные, например маленькие рыбки. Таким образом, диатомеи выполняют в озерах и морях ту же функцию, что трава на суше: они являются исходным звеном пищевой цепи. Точно так же, как лев — не что иное, как бегающая и рычащая трава, так и щука или акула, в сущности, не что иное, как преобразившиеся диатомовые водоросли. Почти все обитатели морей и озер обязаны своим существованием диатомовым водорослям. Они составляют большую часть планктона — живых существ, которые плавают в хорошо освещенных слоях морских и озерных вод (образуя своего рода границу, планку: планктон и планка — однокоренные слова). По оценкам ученых, они производят около половины всех первичных органических веществ в морях или озерах.

Несмотря на их огромное значение для пищевых цепей в водоемах, диатомовые водоросли никогда бы не стали такими известными, если бы не удивительно разнообраз-

ный язык форм, на котором они говорят с миром. Сейчас известно около 250 родов, в которые входят более 12 000 видов, а в будущем наверняка откроют еще больше. Уже сейчас диатомовые водоросли считаются самым многочисленным классом одноклеточных животных. Есть два типа строения — шаровидный и похожий на коробку от сыра камамбер. Каждый вид — чудеса изящества и тщательно выверенной симметрии.

Диатомовые водоросли можно легко отличить от других по их внешнему виду, что получается далеко не со всеми микроорганизмами. Для чего, интересно, им нужны все эти многочисленные колючки, которыми они вооружены? Может быть, нежные отростки помогают животным удерживаться на плаву. Вместе с тем, колючки, как у кактусов, могут служить для защиты от хищников. Тогда еда в буквальном смысле слова застревает у них в горле. Ее трудно переварить; однако многих рачков, судя по всему, это мало беспокоит. Они поглощают диатомовые водоросли в огромных количествах, им ничего не стоит проглотить их вместе с панцирем — как если бы мы не просто выпили стакан сока, но и съели бы сам стакан.

Поскольку панцири диатомовых водорослей сохраняются миллионы лет, они являются важными индикаторами для геологов. Крошечные панцири помогают расшифровать историю Земли. По разновидностям диатомей, обнаруженным в горных или морских грунтовых слоях, можно сделать выводы о климате, а диатомеи, найденные в высокогорных антарктических областях, позволяют даже реконструировать падение метеорита в море.

По сей день как любители, так и профессиональные ученые продолжают исследовать диатомеи. И вклад любителей в изучение этих живых организмов ничуть не меньше вклада профессионалов! Так, исследователь диатомей Фридрих Хуштедт был школьным учителем в Бремене. С тех пор как в 1906 г. в возрасте 20 лет Хуштедт изготовил свой первый препарат диатомеи, он стал посвящать значительную часть свободного времени диатомовым водорослям — в 1939 г. ему дали отпуск, чтобы он полностью сосредоточился на своих исследованиях. Он описал более

2000 новых видов — ни до, ни после него никто так интенсивно не занимался диатомеями.

Потратить столько лет жизни на такие маленькие штуковины! Сами диатомовые водоросли живут обычно всего несколько дней, максимум — несколько недель. Однако тот, кто хоть раз наблюдал под микроскопом эту фантазмагорию — как эти мелкие филигранные существа снуют туда-сюда между причудливо расставленными декорациями, — тот поймет Хушtedта. Именно восхищение красотой располагает к диатомовым водорослям каждого, кто с ними сталкивается. Когда рассматриваешь водоросли под микроскопом, само собой возникает радостно-меланхолическое настроение — как в чешском «Черном театре», театре теней. Маленькие создания мелькают перед глазами, занятые неотложными делами, но в то же время абсолютно безмолвные. То и дело какая-нибудь водоросль обхватывает крошку, кажется, будто она отряхивается, но потом продолжает свой путь, а другая в это время бешено крутится вокруг собственной оси, словно взвинченный гном. Другие актеры остаются на заднем плане, только покачиваются из стороны в сторону. Эти мелкие существа словно ищут друг друга вслепую и не могут найти, пока вдруг не столкнутся нос к носу, чтобы тут же сломя голову пуститься наутек. Другие уютно раскачиваются, словно убаюкивая себя, а потом внезапно бросаются прочь, точно ужаленные тарантулом. Тишина на микроскопической сцене усиливает ощущение легкости и веселья.

Если бы исследования с помощью микроскопа заключались лишь в механическом распознавании видов в соответствии с определенными каталогами, они бы вряд ли сумели увлечь столько людей. Микроскоп тогда был бы лишь необходимым вспомогательным средством, прозаическим предметом обихода. Однако он для нас — нечто гораздо большее: когда наш глаз приближается к окуляру, искра света, подмигивающая нам через объектив, превращается в особый мир, который зачаровывает нас и мгновенно исчезает.

Тот, кто наблюдает за живущими там артистами пантомимы, сам того не желая и даже не замечая, погружа-

ется в глубокое эстетическое благоговение. Сцены напоминают старое комическое немое кино, они отличаются серьезной атмосферной насыщенностью. Актеры в фантастических дорогих костюмах семенят и кувыркаются по освещенной сцене. Их изящество и неземная легкость, грация и тихий комизм их движений просто завораживают. Как сказал однажды французский писатель Стендаль, красота есть обещание счастья, и наблюдение за диатомовыми водорослями, без сомнения, дарит неожиданное детское счастье. Незаметная искра света, мерцающая на линзе окуляра, открывает, стоит лишь заглянуть внутрь, радостно парящий мир, не ведающий повседневных забот.

Диатомовые водоросли проносятся туда-сюда у нас перед глазами, будто хотят передать какое-то срочное послание, но мы неверно его понимаем. Они производят настолько сильное впечатление *жизни*, что потом на душе бывает очень тяжело, если предметное стекло перегреется и маленькие создания вдруг погибнут. Тот, у кого такое уже случилось, позаботится о том, чтобы в следующий раз животные непременно вернулись в воду целыми и невредимыми.

Открой для себя микроорганизмы!

Для наблюдений за диатомовыми водорослями годится любой микроскоп; достаточно взять немного налета, покрывающего камень на дне озера, поместить этот налет на предметное стекло и накрыть его покровным стеклом, но не сильно придавливать. Однако и невооруженным глазом можно увидеть явления, непосредственно связанные с диатомовыми водорослями.

106 Дышащие камни

ГДЕ: у озера или у ручья

НАМ ПОНАДОБИТСЯ: пустой стакан

Вытащи из озера несколько мелких камушков, покрытых коричневатым налетом или илом. Налей в стакан немного озерной воды, помести туда гальку и поставь на солнце: вскоре на камнях появятся мелкие пузырьки газа. Это кислород, который выделяют диатомеи в процессе фотосинтеза. Диатомовые водоросли — самые настоящие *водоросли*, это значит, что с помощью фотосинтеза они могут превращать содержащийся в воде углекислый газ в органический материал и кислород.

107 Мутная вода, чистая вода

ГДЕ И КОГДА: на озере или на море в начале мая и в начале июня

1. Диатомовые водоросли являются главной составной частью так называемого фитопланктона. Как трава в саду

растет не круглый год, так и диатомовые водоросли особенно буйно разрастаются в определенные месяцы года, а в другое время населяют воду весьма скудно.

2. В Штарнбергском озере — и многих других озерах — в мае диатомовые водоросли можно по-настоящему *увидеть*: в это время вода начинает мутнеть. До этого весенние бури как следует перемешивали воду, питательные вещества поднимались с придонных слоев вверх и щедро кормили водоросли. Весенние солнечные дни еще больше способствуют росту. В начале лета, когда открывается купальный сезон, вода снова становится прозрачнее, так как перемешивание озерной воды, благодаря которому водоросли получают питательные вещества, теперь прекращается.

3. Напротив, в озере устанавливаются стабильные слои воды — пловец часто может это почувствовать: близкая к поверхности теплая вода отделяется от значительно более холодного глубоководья. Из-за этого водоросли понемногу начинают терять питательные вещества, потому что водоросль, умирая, опускается вместе со своим кремнистым панцирем на дно озера, и если ее не съедят, она забирает вниз все накопленные питательные вещества.

4. А в приповерхностных теплых водах размножаются мелкие водяные блохи, личинки комаров-звонцов и рачки — все они питаются диатомовыми водорослями. По этой причине вода Штарнбергского озера — и многих других озер — в конце мая—начале июня снова становится намного прозрачнее. Еще Лоренц фон Вестенридер, автор путевых заметок, писал в опубликованной в 1784 г. книге о *Вюрм- или Штарнбергер-Зе*: «Каждую весну озеро цветет или очищается, в то время как его поверхность будто покрывается тонкой кожей и вода мутнеет. Все остальное время вода ласкова и прозрачна, как чистойшая ключевая вода, и, судя по рыбам, которых она кормит, вода эта чрезвычайно полезна для здоровья и питательна». Когда в начале мая зацветают водоросли, лик воды меняется,

кое-где вблизи берегов она пахнет почти «по-морскому». Иногда в начале осени водоросли зацветают снова.

5. Явления, похожие на озерные, ты можешь наблюдать и на море; морская вода тоже мутнеет по весне, а потом снова становится прозрачной. Чем синее она выглядит, тем меньше в ней диатомовых водорослей. В связи с огромным числом диатомовых водорослей в мировом океане жизнь и смерть этих существ играют важную роль в сохранении глобального баланса углекислого газа. Когда отмирающие водоросли опускаются на дно, их тела уносят в глубину часть связанного углерода. Если трупы диатомовых водорослей быстро покроются осадком, сохранятся не только их панцири, но и немного их внутренней жидкости. Под воздействием тепла и давления эта смесь постепенно превратится в нефть, которая отложится на горной породе и некоторое время не будет участвовать в круговороте углерода.

XVII

БАКТЕРИИ



XVII

БАКТЕРИИ

Высокие горы, идиллические долины могут нас впечатлить, но способны ли они нас потрясти? А вот трепещущий коричневатый комок ила, который внезапно возникает перед нами, когда мы плаваем, и в котором, возможно, скрывается гниющая дохлая рыбина, буквально выворачивает наши внутренности наизнанку. Бррр! Мы удираем от него во весь дух! Хотя у комка, который надвигается на нас, нет зубов, плывет он медленно и такой мягкий, что его легко разделить на части пальцами...

Как ни странно, гниение не только отталкивает, но одновременно и притягивает. Иначе не объяснишь, почему слизистые и гниющие предметы употребляют в пищу по всему миру — не вынужденно, а добровольно! Удивительно, сколько народов с величайшим удовольствием едят протухшие продукты, которые их соседи сразу же отправили бы на помойку! У нас популярен сыр, который уже начинает сильно пахнуть, а китайцы его не переносят. Китайцы, в свою очередь, любят столетние яйца, исландцы закапывают в гальку определенный вид рыбы, чтобы потом, когда она перебродит, съесть падаль, а шведы оставляют балтийскую сельдь в рассоле до тех пор, пока она не завоняет, а потом едят ее.

То, что мы называем слизистым и противным, как правило, является местом обитания бактерий. Они и издают сильный запах, делающий мерзость такой отвратительной и одновременно такой притягательной. По слизи и грязи обычно судят о наличии бактерий — и именно в слизи впервые были обнаружены бактерии.

Голландский торговец сукном и основоположник научной микроскопии Антони ван Левенгук 12 сентября 1683 г. писал Франсуа Астону, секретарю Лондонского королевского общества, что, рассматривая под микро-

скопом белесый зубной налет, он обнаружил кое-что особенное: «К своему огромному удивлению, я увидел, что почти везде в вышеупомянутой материи находилось множество крошечных тварей, которые потешно копошились». Однако в собственном зубном налете Левенгук не обнаружил такого количества этих тварей, и он знал почему: «У меня есть привычка по утрам протирать зубы солью, потом полоскать рот водой, а после еды чистить жевательные зубы зубочисткой и как следует протирать их салфеткой, благодаря чему мои жевательные и другие зубы сохраняют такую чистоту и белизну, какие редко встретишь у людей моего возраста». Неудивительно, что в зубном налете одного старика, передние зубы которого «совсем заросли», Левенгук нашел гораздо больше этих маленьких тварей. Похожих существ он увидел и в уксусе. Он называл их уксусными угрями или угрятами: «Ко мне домой приходили женщины, чтобы посмотреть на уксусных угрят. Их охватывало такое отвращение, что они больше не хотели пользоваться уксусом». Подобное отвращение к бактериям Левенгук считал чрезмерным, призывая задуматься вот над чем: «Что же произойдет, когда в будущем я скажу таким людям, что на грязных зубах во рту человека этих тварей гораздо больше, чем людей во всей империи; особенно во рту у тех, кто никогда его не полощет и у кого так дурно пахнет изо рта, что с ними неприятно разговаривать».

Значит, еще при этом первом наблюдении была установлена взаимосвязь между бактериями и гнилью. Еще с тех пор бактерии стали считаться разрушителями и источником гнилостных запахов. Большинство из нас, когда знакомится с этими существами, узнает именно об этом. Я прекрасно помню, откуда впервые узнал о бактериях — из книги «Кариус и Бактериус», в которой две взъерошенных бациллы киркой и молотком продолбили зубы маленького мальчика — ко всему прочему его еще звали Йенс — и устроили себе там дом. Возможно, большинство впервые узнает о существовании бактерий на приеме у зубного врача. Неудивительно, что мы испытываем к ним мало симпатии.

Под микроскопом бактерии выглядят совсем невзрачными — отнюдь не такими заметными, как диатомовые водоросли. По форме они часто напоминают пиллюли, хотя существуют и спиралевидные бациллы. Многие из них имеют продолговатую, «палочкообразную» форму, благодаря которой они и получили свое название. Но все-таки что-то есть в этих невзрачных созданиях. Действительно, бактерии вызывают множество опасных заболеваний — в частности, чуму, холеру, сибирскую язву и туберкулез. Но заслуживают ли бактерии свой отрицательный имидж?

Уже из-за одного их возраста следовало бы относиться к бактериям с чуть бóльшим уважением. Хотя бактерии такие тоненькие и нежные на вид, образуемая ими пленка, которая часто затягивает гниющие продукты переливчатой кожей, является древнейшей, прочнейшей и, возможно, наиболее значительной частью природы.

Разведи руки в стороны и представь, что это расстояние — возраст Земли. Если время движется справа налево, то Земля родилась на кончике среднего пальца твоей правой руки. Прямо перед твоим правым локтем возникли первые живые существа — крохотные бактериеобразные создания. Когда такие микроорганизмы появляются массово, они образуют своего рода слизь, от которой вскоре отделился сине-зеленый тип — цианобактерии. Эта слизь долгое время являлась основной формой жизни. Она царилла по всей длине твоей правой руки, по спине, левому плечу и левому локтю и дальше до левой подмышки. На протяжении всей истории жизни на Земле эта слизь играла важнейшую роль, поскольку в процессе фотосинтеза она превращала углекислый газ в кислород и глюкозу (сахар). А история животных, растений, динозавров и людей? Все это уместится на твоей вытянутой левой ладони, не больше. На левом запястье появляются первые рыбы, вскоре после них — первые наземные растения, потом начинается эра динозавров длиной в ладонь. Почему высшие животные появляются так поздно? Потому что они быстро расходуют энергию и нуждаются в кислороде. Однако кислород возник лишь спустя миллиарды лет вследствие деятельности цианобактерий. История млекопитающих не за-

ймет и кончика пальца. А если ты проведешь пилкой для ногтей по среднему пальцу правой руки, то вся история человечества исчезнет...

Царство бактериальной слизи отличается неизмеримой протяженностью не только во *времени*, но и в *пространстве*. Я мог бы повторить: «Разведи руки в стороны...». Ведь часть пространства, населенная людьми, ничтожно мала по сравнению с той, где обитают бактерии. Мы, люди, занимаем не больше кончика среднего пальца. Бактерии гораздо более плотно населяют Землю. Они живут и в морских глубинах, и в горячих жерлах вулканов, и в ледяной воде под ледниками.

Поскольку бактерии встречаются практически везде, они составляют на удивление большую часть общей массы всех живых существ на Земле. На одном квадратном метре Земли может жить около килограмма бактерий! По разным оценкам, общий вес всех бактерий превышает вес всех животных в 5–25 раз. Перевешивают чашу весов только растения. И лишь грибы составляют серьезную конкуренцию бактериям в местах их обитания; хотя они не такие древние, как бактерии, однако не уступают им в выносливости и способности к адаптации. Не случайно первое эффективное средство от бактерий — пенициллин — было получено из гриба. Этот гриб, распространенный во многих местах *Penicillium notatum*, живет, например, на влажных подгнивших фруктах. Его название можно перевести как кисть. Как известно, теплым летом 1928 г. гриб в форме кисти поселился в питательной среде бактериальной культуры, которую вырастил английский врач Александр Флеминг и потом, судя по всему, забыл. Когда Флеминг снова достал культуру и увидел, что она покрылась плесенью, первым его побуждением было сразу же ее выбросить. Но в минуту колебаний, ставшую решающей для истории человечества, он остановился и присмотрелся внимательнее к чашке для культивирования. В непосредственной близости от гриба бактериальная культура не росла. По видимости, гриб вырабатывал вещество, вредное для бактерий; с точки зрения гриба это имеет смысл: таким образом он не подпускает бактерии к своему источнику пищи. Это вещество,

когда его научились получать в чистом виде, стало пенициллином.

Чтобы беспрепятственно распространяться в условиях жесткой конкуренции, в процессе эволюции грибок выработал вещество против бактерий. Именно это вещество держит в постоянном страхе бактерии в нашем организме.

После открытия пенициллина было разработано много бактерицидных средств — так называемых антибиотиков. Они используются в больших количествах, прежде всего в промышленном животноводстве. Это не только обременяет окружающую среду, но и приводит к тому, что у многих бактерий вырабатывается иммунитет против этих веществ. В долгосрочной перспективе нам, людям, никогда не победить в борьбе с бактериями.

Тем не менее было бы преувеличением видеть в них только врагов. Мы должны оказывать им некоторое уважение: в конце концов, человек лишь в первом приближении происходит от обезьян, а наш общий предок — бактерия.

Мы многим им обязаны! Бактерии обустроили мир, который мы знаем. Они создали небо и Землю. Ведь именно они изначально обеспечивали мир кислородом. Первые существа, превращавшие углекислый газ в сахар и кислород, были не крупнолистные растения, а уже упомянутые невзрачные создания, принадлежащие к семейству цианобактерий. Чем была бы жизнь без кислорода? Английский химик Джеймс Лавлок сравнил роль кислорода для жизни с ролью электричества для цивилизации: «Можно было бы обойтись и без них, но возможности были бы намного ограниченнее». Кислород — довольно агрессивный газ, хотя мы и считаем его жизненным эликсиром. Он быстро и бурно вступает в реакцию со многими веществами, при этом мгновенно высвобождается большое количество энергии. Лишь благодаря этому источнику энергии стало возможным развитие высших животных. Первые животные, способные двигаться самостоятельно, могли возникнуть только тогда, когда в их распоряжении оказалось достаточное количество кислородного топлива. Этот кислород

живым существам первое время поставляли бактерии. Сейчас его в основном вырабатывают наземные растения, но и они зависят от бактерий. Предположительно, хлоропласты, которые отвечают в растительных клетках за фотосинтез, — не что иное, как утратившие самостоятельность бактерии.

Бактерии были первыми живыми существами на Земле — и они же, по всей вероятности, станут и последними. Как долго еще продолжит развиваться жизнь на планете Земля, никто сказать не сможет. Будем надеяться, что наша планета еще долгое время останется пригодной для жизни и на ней сохранится максимальное многообразие живых существ! В любом случае, бактерии могут с наибольшей уверенностью смотреть в будущее. Их еда не иссякнет; они справляются со всем и, в отличие от нас, могут питаться практически любыми веществами, даже нефтью, а тем более серой и водородом, которые, пожалуй, и в самом отдаленном будущем еще будут струиться из недр Земли. Поэтому, если кончик твоего среднего пальца означает конец истории человечества, а участок шириной в две ладони — уже конец всей высшей жизни, как предсказывают некоторые ученые, то у бактерий останется еще время длиной с вытянутую руку, чтобы размножаться дальше, пока, в конце концов, не пробьет их последний час.

Открой для себя древнейших живых существ!

108 «Метеориты»

ГДЕ И КОГДА: летом после проливных дождей на обочине дороги или на газоне

1. Порой мы находим на обочине дорожек, посыпанных галькой или щебнем, а также неподалеку от болот после сильных дождей невзрачную массу толщиной не больше детского пальца; консистенция этой скользкой массы варьирует от желеобразной до резинообразной, на первый взгляд она напоминает зеленую мокроту, поэтому выглядит не слишком заманчиво. Когда выглядывает солнце, эта масса быстро высыхает и превращается в черноватый налет.

2. Это колонии бактерий — цианобактерий под названием носток. (Раньше этих существ считали водорослями, отсюда название «сине-зеленые водоросли», которое время от времени используется и сейчас. От водорослей и других растений их можно отличить по цвету: если склизкая масса *слишком* зеленая, то это точно *не* цианобактерии. В лучшем случае они бывают зеленоватого цвета.) Другие виды бактерий этого семейства встречаются летом в прудах, они болтаются в воде, склизкие на ощупь, коричневатые и малоаппетитные на вид. Как уже было сказано, цианобактерии — особые существа: ведь лишь благодаря тому, что за миллиарды лет они создали кислородную атмосферу Земли, стала возможна высшая жизнь.

3. Носток известен с незапамятных времен, своей склизкостью он давно привлекал внимание людей. Раньше счи-

талось, что это вовсе не земной организм, а что-то вроде соплей из космоса. Люди думали, что звезды — живые существа, которые тоже время от времени простужаются. Когда они чихают, на небе видны метеоры, а на Земле кое-где — зеленоватое вещество. Так, Парацельс пишет в «Книге о небесах» на прекрасном древненемецком: «И вот замечаешь, как звезды чистятся». В конце концов, они ведь тоже чем-то питаются, — учит философ, — значит, выделяют экскременты. Именно их, — продолжает Парацельс, — мы и видим на ночном небе, когда по нему проносятся метеоры («молнии»): «Тогда они становятся видны / и падают на землю / и лежат там, / похожие на студень».

4. Алхимики называли это зеленоватое вещество *Materia astralis* или *Sperma astrale*, поскольку считали, что оно вполне может оказаться звездной спермой. Так что звезды, по убеждению мыслителей эпохи барокко, не только сморкаются... Звездочки — живчики еще те! Как бы то ни было, мудрые ученые глубоко почитали носток, клали его в стакан, ставили на солнце и замечали, что он разжижался, краснел и в конце концов желтел. Помимо этого, образовывался мелкий осадок. В нем распознали камень мудрецов — золото. Остались свидетельства семей алхимиков, которые столетиями хранили стакан с ностоком. Он передавался в семье по наследству — от отца к сыну, от сына к внуку, от внука к правнуку. Все происходящие изменения педантично заносились в старую книгу, запас жидкости и органической материи постоянно пополнялся.

5. Я тоже попытался приготовить такой алхимический настой, но, должен признаться, больших изменений пока что не заметил; наверное, надо подождать еще несколько лет. Тем не менее во время этих опытов я обнаружил, что носток — очень приятный сосед. Если поместить его в мисочку с небольшим количеством воды и поставить на окно, он будет благодарен и не торопясь начнет разрастаться. Познакомившись с ностоком поближе, полностью забываешь, что когда-то считал его отвратительным; чем дольше наблюдаешь за этим доисторическим существом,



Рис. 56. Алхимик за работой

тем более красивым оно тебе кажется. Что-то в этом есть — прикоснуться к прямому потомку цианобактерий, которые размножались клеточным делением и в незапамятные времена создали нашу кислородную атмосферу.

109 Селитра

ГДЕ: в старых коровниках, в пахнущей плесенью каменной кладке

1. В одном алхимическом трактате Василия Валентина приводятся наставления для адепта: взять «холодного дракона, / который долгое время обитал в скалах / и шлифовался в земных трущобах» и посадить на «святейший престол». Имеется в виду селитра — соль, которую алхимики использовали, в том числе для приготовления

«царской водки» — смеси азотной и соляной кислот, которая растворяет даже золото («царя металлов»). Но намного чаще она использовалась для изготовления черного пороха. Почему же в трактате эта соль названа холодным драконом? Потому что она, во-первых, образуется на холодных тенистых стенах, а во-вторых, хотя эту соль и находят в холодных местах, она способна разжечь большой огонь. В конце концов, из этой соли добывают азотную кислоту — едкую дымящую жидкость, которая растворяет или поглощает даже медь.

2. В современных подвальных помещениях и на новых стенах селитру искать бесполезно. Я и сам лишь один-единственный раз обнаружил в наших краях настоящую стенную селитру; это было в районе Веттерау в Гессене, в глухой провинции, в местечке под названием Гельнхаузен. Там на вокзале был древний, не ведавший ремонта туннель с кафельными стенами ярко-желтого цвета. Очевидно, желтый кафель вызывает у проходящих мимо мужчин непреодолимое желание опорожниться — настолько неотложное, что нужно облегчиться прямо на месте. Как бы там ни было, между желтой кафельной стеной и грязным бесшовным полом расцвели толстые белые слои стенной селитры.

3. Такая стенная селитра, ставшая редкостью в нашем хорошо изолированном, светлом и сухом квартирном мире, — тоже творение бактерий, относящихся к родам нитробактер и нитросомонас. Селитра является конечным продуктом многоступенчатого синтеза. Начинается он, как правило, с мочи, в которой содержится карбамид. Бактерии превращают его в аммиак — то самое вещество, запах которого бьет в нос, когда заходишь в грязную уборную. Из аммиака другие бактерии при помощи атмосферного кислорода образуют азотную кислоту, которая при взаимодействии с известью превращается в нитрат кальция.

4. Селитра — в виде нитрата кальция — вплоть до недавнего времени была важнейшим стратегическим ресурсом,

поскольку из нее получали сначала нитрат калия, а затем превращали его в черный порох. Поэтому существовала профессия селитровара. Он продавал товар напрямую сюзерену и только ему. Сюзерен снабжал его грамотой, позволявшей селитровару поставить свою тачку у любого крестьянина, достать инструмент и без дальнейших церемоний соскрести селитру со стен дома или перерыть землю в стойле и других местах, где сочтет нужным, забрать ее с собой и прокипятить. Потом это варево очищалось и выпаривалось. Селитра была настолько важна, что, например, Пруссия, которая в XVIII в. постоянно вела войны, распорядилась, чтобы ее *Селитровый устав* раз в три месяца зачитывался в церквях с кафедры! Кроме того, разбивали так называемые селитровые сады — крытые холмы или имитацию стен, сооруженных из смеси навоза, помета и извести. Через год брожения, как правило, в результате деятельности бактерий из мочевины и извести образовывался нитрат кальция, который можно было отделить, поместив в воду, а затем при помощи древесной золы превратить в нитрат калия.

5. В результате деятельности азотобактерий в земле тоже образуется селитра. Но просто так ее там не увидишь: выявить присутствие селитры, а следовательно, и соответствующих бактерий можно только по косвенным признакам, а именно по особым растениям, которые есть только там, где в почве достаточно селитры (или «нитрата», как говорят почвоведы). Это в основном толстые, быстрорастущие растения, которые явно чувствуют себя хорошо, как, например, крапива или одуванчик. Они часто встречаются на обочинах полевых дорог, удобренных собачьей мочой, которая потом превращается в почве в селитру и способствует росту растений. В старину селитровары не только соскребали селитру со стен, но и забирали придорожную землю, увозили ее и вываривали. Неудивительно, что селитра не пользовалась особой любовью населения.

6. Наша селитра добывается уже не биотехнологическим способом, а в промышленных масштабах — из воздуха

и природного газа. Для этого используются катализаторы, кроме того, необходимы высокое давление и большое количество энергии. Сначала по методу Габера—Боша из атмосферного азота и водорода (его получают из природного газа) образуется аммиак, затем полученный аммиак при взаимодействии с воздухом превращается в азотную кислоту. Таким образом можно получить любые соли азотной кислоты, какие захочешь, например нитрат калия или кальция. Без сомнения, этот метод имел огромное военное значение; во время Первой мировой войны он был доведен до стадии промышленного производства, чтобы обеспечить пополнение пороховых резервов Германии. Возможно, это один из важнейших промышленных методов — ведь аммиак используется также для производства удобрений.

110 Нитробактерии для любителей

ГДЕ: в зоомагазине

1. Многие пресноводные рыбы в процессе обмена веществ выделяют через жабры не мочевину, а аммиак — а аммиак для рыб довольно ядовит. Поэтому при обустройстве нового аквариума очень важно эффективно удалить из него аммиак, превратив его в безвредный для рыб нитрат. Именно эту задачу берут на себя нитробактерии; если дать им время и не запускать в аквариум сразу слишком много рыбок, нитробактерии заведутся там сами. Можно переложить несколько камней из уже обжитого аквариума в новый. Вместе с камнями переносятся и бактерии.

2. В зоомагазинах эти бактерии продаются под различными названиями (например, бактер или бактинетта). Убедись, что в продукте содержатся действительно живые микроорганизмы, а не просто ферменты! Оказавшись в аквариуме, бактерии превращают аммиак сначала в нитрит. Потом за дело берутся другие бактерии и преобразуют нитрит в нитрат, который в нормальной концентрации безвреден для рыбок и, будучи удобрением, способствует ускоренному росту водорослей. Концентрацию аммиака и

нитрата можно измерить тестовыми палочками, которые тоже продаются в зоомагазинах.

111 Метановые бактерии

ГДЕ: в стоячих прудах или болотах; дома

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: большие ведра, вода, зажигалка, свеча

1. Когда ворошишь дно черных болотных вод палкой или ходишь по дну босиком, почти всегда вверх поднимаются крупные пузырьки газа. Богаче всего добыча будет там, где вода особенно черная; желательнее, чтобы пузырьки газа всплывали на поверхность воды сами по себе, без воздействия внешних раздражителей.

2. Пузырьки газа в болотах или болотистых прибрежных зонах — это, как правило, метан. Иной раз удается поджечь его, подержав горящую свечу (зажигалки или спички для этой цели не подойдут) вблизи поднимающихся пузырей. Кому-то может прийти в голову мысль поймать эти пузыри воронкой, но лучше ограничимся безобидными экспериментами.

3. Самое эффектное остроконечное метановое пламя получилось у меня совершенно случайно. Мы забыли в саду десятилитровую цветочную кадку с землей, и она все лето простояла под водой, так что сверху уже образовался слой водорослей. Когда я приподнял кадку и снова поставил ее на землю, то высвободились бесчисленные пузырьки метана, скопившиеся в глубине, но не вырвались сразу наружу, а образовали в илистом слое водорослей нечто вроде пены. Я поджег эту пену огоньком свечи и получил внушительное остроконечное пламя! Потом я взял ведро, наполнил его до половины землей, налил в него воды — так, чтобы земля полностью оказалась под водой, и поставил на несколько недель в подвал бродить, чтобы проверить, можно ли добиться этим способом таких же результатов. Оказалось, что

можно! Эффектный эксперимент, но во время него следует соблюдать осторожность при обращении с огнем!

4. Метан образуется в бедных кислородом придонных зонах озер; различные микроорганизмы часто синтезируют его прямо из водорода (в основном его выделяет определенный вид бактерий) и углекислого газа. Эти микроорганизмы настолько древние, что теперь биологи относят их не к бактериям, а к так называемым археям — группе организмов, которая, предположительно, довольно близка к общему предку всего живого на Земле.

5. Метаногены часто живут в экстремальных условиях; главное для них — держаться как можно дальше от кислорода. В остальном же они довольно неприхотливы. Например, они занимаются своими делами даже в самых глубинах океана или в горячих источниках. В то же время они действуют и на почти обледенелых почвах. Конечно, они также обосновались в желудках коров и других животных, во всех очистных сооружениях и биогазовых установках. Они выполняют свою работу даже в желудках 30–50% людей. Эти люди пользуются своеобразной привилегией: их кишечные выхлопы воспламеняемы.

6. Метан, кстати, — основной компонент природного газа, довольно сильный парниковый газ, в 23 раза сильнее углекислого газа. Он окисляется в воздухе до углекислого газа, но на это уходит несколько лет. Как бы то ни было, метан, выделяемый примерно 14 миллионами немецких коров, составляет 2% вклада Германии в антропогенный парниковый эффект.

112 Запахи бактерий

ГДЕ: на кухне

1. Внешне бактерии совсем неприметны, обычно об их присутствии свидетельствует разве что слой слизи. Зву-

ков они вообще не издают — зато испускают бесконечное многообразие запахов. Без них аромат мира был бы беден и слаб. Именно благодаря им море пахнет морем, а сено — сеном. Без них пот не был бы потом, лев не пах бы львом, а мокрый пес — мокрым псом, да и характерного запаха земли после летнего дождя тоже бы не было.

2. Многие экстремальные национальные блюда — продукты жизнедеятельности бактерий. К европейским блюдам, которые являются почти исключительно творением бактерий (в большинстве процессов ферментации и созревания участвуют бактерии, дрожжи, плесневые грибы и ферменты), относятся квашеная капуста и сюрстрёмминг — та самая забродившая рыба, которую шведы употребляют в рассоле. Гнильца не только усиливает аромат (гниющая рыба сильнее пахнет рыбой, чем свежая; только ферментированные зерна какао, которые перебродили на жарком солнце под кучей гниющих плодов какао, имеют шоколадный вкус), благодаря ей многие блюда легче усваиваются, кроме того, гнильца парадоксальным образом предохраняет их от полного разложения. Эта древняя технология консервирования, которая заключается в том, что продуктам специально дают подгнить в соответствии с определенным рецептом, распространена во всем мире и очень эффективна.

3. Подпорченные блюда подают на стол во всем мире, причем преимущественно в высших кругах общества. Не является ли это продолжением древней человеческой традиции питаться падалью? А сильный запах, который издают гнилостные бактерии, — что это, лишь случайный побочный продукт их обмена веществ, или же они специально приманивают таким образом потенциальных едоков, чтобы, например, с удобством поселиться в их желудках и кишках? И как обстоит дело с запахом изо рта, который тоже вызывают бактерии? Что это такое — лишь неприятное явление или, может быть, пережиток существовавшего некогда симбиоза? Как бы то ни было, некоторые хищники с успехом пользуются своей вонючей

ротовой флорой: благодаря ей их укус становится еще опаснее.

4. Сплошные вопросы. Откроем холодильник — ответа мы в нем, правда, не обнаружим, зато там стоит клубничный йогурт. Его аромат тоже связан с бактериями.

5. Все дело в так называемых клубничных бактериях (*Pseudomonas fragi* и других), которые испускают клубничный аромат. Впервые они были обнаружены в кусочке прогорклого масла, которое, как ни странно, не воняло, а имело ярко выраженный клубничный запах. Позднее выяснилось, что эти бактерии появляются не только в прогорклом масле или прокисшем молоке, но и в древесине. Теперь ароматическая индустрия использует для разведения этих бактерий опилки — особенно ценятся опилки тропических деревьев. Издаваемый ими клубничный аромат окружает нас повсюду: он содержится во всех привычных нам клубничных йогуртах, в большинстве сортов клубничного мороженого и клубничных сладостях. С тонкой иронией, свойственной пищевой промышленности, этот аромат преподносится не как искусственный, а как натуральный: ведь его источником является пусть и не клубника, но все же природные организмы. Аромат персиков и ананасов тоже, как правило, создают бактерии.

113 Как вырастить бактерии

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: сахар, ватные палочки, баночка из-под варенья с широким горлышком или чистая баночка из-под детского питания, порошок агар-агар (это желеобразующее вещество, которое добывается из водорослей. Вегетарианцы используют его для изготовления желе вместо желатина, который, как известно, имеет животное происхождение. Агар-агар продается во многих крупных супермаркетах и азиатских продуктовых магазинах)

1. Бактерии можно, так сказать, сажать, ухаживать за ними и увеличивать их количество. Если их хорошо кормить и обеспечивать всем необходимым, они растут так быстро, что их колонию даже можно разглядеть. Однако бактерии существенно отличаются от обычных растений, поэтому и садоводство здесь другое. Если поймешь, как устроены растения, ухаживать за ними будет сравнительно просто. Ведь всем растениям, в общем-то, нужно одно и то же: вода, углекислый газ, немного земли, тепло и свет. Различие между растениями заключается лишь в том, какое количество этих веществ им необходимо. А жизнь бактерий намного разнообразнее! Некоторые бактерии живут только в темноте, другим нужен свет. Одним нужна экстремальная жара, другие хорошо себя чувствуют только в ледяной воде. И пищевые привычки у них совершенно экзотические. Одни питаются бумагой, другие — сахаром, третьим требуется сероводород или метан! В микробиологических отделениях больниц у пациентов, направленных на бактериологический анализ, берут мазок, кровь или мочу, а в качестве приманки для бактерий используют овечью кровь. Ведь бактерии, которые требуется идентифицировать, без сомнения, любят кровь, иначе они не размножились бы в человеческой крови. Когда привлекается достаточное количество бактерий, их легко идентифицировать. Кроме того, такие анализы позволяют выяснить, к каким антибиотикам чувствительны данные бактерии, а к каким они уже выработали иммунитет.

2. Существуют различные методы выращивания бактерий. Важнейший из них был представлен в XIX в. бактериологом Робертом Кохом. В основе этого метода лежит наблюдение, что на некоторых продуктах питания, которые нынче вышли из моды, а именно на холодце, легко образуются тонкие пятна — колонии бактерий. Кох успешно использовал носитель — желатин — для разведения бактерий. Однако некоторые бактерии разъедают желатин, кроме того, он разжижается при 37 градусах Цельсия, а это плохо, поскольку многие патогенные для человека микробы процветают именно при этой температуре — темпера-

туре человеческого тела. Потом у Коха появился ассистент по имени Вальтер Гессе, жена которого Фанни Ангелина случайно получила от матери рецепт агарового овощного студня и фруктового желе. Как-то жарким летом желатиновые культуры Вальтера Гессе расплавились, и он спросил жену, почему ее повидло сохранило форму, несмотря на высокие температуры. Фанни Ангелина Гессе поведала мужу свою кухонную тайну и предложила ему использовать как-нибудь агар-агар в качестве питательной среды. Он прекрасно для этого подошел. Вальтер Гессе незамедлительно сообщил об этом открытии Роберту Коху, который после этого успешно внедрил агар-агар в свою практику. В своей известной публикации об открытии возбудителя туберкулеза в 1882 г. Кох мимоходом упоминает, что для исследований он использовал в качестве питательной среды агар-агар. Кто дал ему этот совет, Кох не сказал. Поэтому разработка технологии агар-агара, которая значительно способствовала прогрессу бактериологии, по сей день приписывается исключительно ему.

3. Итак, основная процедура заключается в следующем: нужно развести в воде немного агар-агара и корма для бактерий (например, сахара или мясного бульона), налить этот раствор в стерильную емкость и ввести бактериальную вакцину. Потом сосуд надо закрыть и поставить в теплое место, где вырастут колонии.

4. Вначале необходимо дезинфицировать банки — иначе не определишь, что мы занесли в питательную среду снаружи, а что было в самой банке. Для этого опусти банки на несколько минут в кастрюлю с кипящей водой. Кухонным полотенцем их потом вытирать не надо, пусть вода сама стечет. Полностью стерильными они не станут, но для наших целей хватит и этого.

5. Теперь налей в маленькую кастрюльку стакан воды из-под крана и раствори в ней одну чайную ложку сахара. Добавь две чайных ложки агар-агара, медленно доведи содержимое кастрюли до кипения и оставь на несколько

минут вариться на слабом огне. Перелей образовавшуюся массу в приготовленные банки. До краев их наполнять не надо; достаточно, чтобы дно было прикрыто на 1—2 см. Закрути банки и оставь их остужаться.

6. Теперь осталось только привить массе бактерии. Для этого возьми ватную палочку и собери ею несколько бактерий. Они повсюду. Окунь палочку, например, в лужу или проведи ею по коже под мышкой или по листу. Если поверхность сухая, смочи ватную палочку кипяченой водой. Потом осторожно распредели бактерии ватной палочкой по агар-агару. Постарайся не повредить при этом поверхность. После этого закрути крышку и подожди. Можешь не закручивать крышку плотно — это будет способствовать развитию тех бактерий, которым нужно больше кислорода.

7. Теперь выбери условия, в которых созревают бактерии. В тепле? При комнатной температуре? На свету? В темноте? В зависимости от этого будут хорошо развиваться те или иные виды.

8. Пройдет несколько дней, пока отдельные споры и бактерии не превратятся в целые колонии. Они проявляются на геле в виде блестящих разноцветных пятен. Иногда такие пятна могут оказаться дрожжами — другой разновидностью микроорганизмов. Кроме того, образуются плесневые грибки (будем надеяться, что не на образцах из подмышечной впадины) — их ты узнаешь в основном по нечетко очерченным, «лохматым» пятнам.

9. Если присмотришься внимательнее, то обнаружишь, что между некоторыми колониями, например между колониями плесени и бактерий, наметились четкие пограничные линии: это явление антибиоза — борьбы между колониями. Порой они воюют как враждующие города, которые подбрасывают друг другу яд, чтобы ослабить противника или убить и отвоевать пространство.

10. Жидкую питательную среду для бактерий можно разнообразить. Возьми, например, вместо сахара пучок

травы, взболтай им воду, а потом слей; можешь взять немного земли или компоста, а то и конского навоза и размешать в воде. Затем профильтруй навозную жижу через кофейный фильтр и дай ей застыть с агар-агаром, как описано выше. Фантазия не знает границ! Важно не переусердствовать с питательными веществами. Будет даже полезно полностью отказаться от использования питательных веществ и понаблюдать, что произойдет. Специально отобранные рецепты будут способствовать росту других видов бактерий, нежели обильные закуски, которые, прежде всего, по вкусу всеядным бактериям и бактериям-оппортунистам.

11. Можно ли использовать другие желирующие средства? Хороший вопрос. Желатин тоже подойдет, но некоторые бактерии или грибы его разъедают. Как уже было сказано, это была первая питательная среда, с которой экспериментировал Роберт Кох. Опыт с картофелем тоже прошел успешно — как с сырым, так и с вареным (картофелины разрезают и прививают поверхность среза). А вот для застывания пектина требуется очень много сахара, что препятствует росту бактерий.

12. При нормальных условиях опасаться того, что предлагаемые здесь эксперименты могут привести к возникновению опасных бактерий, не стоит. Тем не менее обращаться с культурами надо осторожно и хранить их всегда хорошо закрытыми. По завершении эксперимента выброси их в контейнер для мусора.

114 Серные бактерии в банке из-под варенья

ГДЕ: на берегу тихого тенистого пруда для разведения карпов, на морском мелководье; дома

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: высокая банка из-под варенья или майонеза или высокая пластиковая бутылка для напитков с широким горлышком, немного сульфата магния (горькая соль из аптеки), черный картон или алюминиевая фольга, чтобы обернуть банку, клейкая лента

1. Когда бродишь по прибрежному мелководью Северного моря, очень часто замечаешь, что прямо под верхним слоем ила находится иссиня-черное месиво с запахом гнили. Похожая черная масса встречается и в многочисленных тихих болотцах, особенно если на них падает тень от ив. Этот черноватый слой представляет собой удивительный биотоп.

2. Здесь живут различные слои серных бактерий. Одни уменьшают содержание сульфатов в воде и вырабатывают сероводород, другие выживают именно благодаря этому сероводороду, наоборот, окисляя его. Это многоэтажное жилое и рабочее сообщество серных бактерий легко поддается разведению и в домашних условиях.

3. Зачерпни совком, половником или просто рукой немного черноватого ила. Положи его в чистую высокую банку из-под варенья или майонеза, добавь туда пригоршню подгнившей листвы и чайную ложку горькой соли (сульфат магния в качестве источника серы; для этой цели можно использовать также желток яйца, сваренного вкрутую, или дохлую улитку, но с сульфатом магния дело иметь приятнее). Затем закрой банку, оберни ее на две трети черным картоном или алюминиевой фольгой и поставь у окна, чтобы на нее попадал свет, но не слишком много. Лучше всего, чтобы окно выходило на северную сторону.

4. Через несколько дней или недель в банке должен появиться хорошо заметный молочно-белый туман: это серные бактерии, принадлежащие к роду *Beggiatoa*, в телах которых образуются крошечные шарики серы, поэтому они хорошо видны (рис. 57). Кстати, большие скопления этих бактерий встречаются в серных источниках. Они селятся на границе света и тени.

5. Над молочным туманом нередко образуется еще один слой бледно-пурпурных серных бактерий (род *Chromatium*), а над этим слоем — слой зеленоватых цианобактерий. Пурпурные бактерии часто селятся в иле.

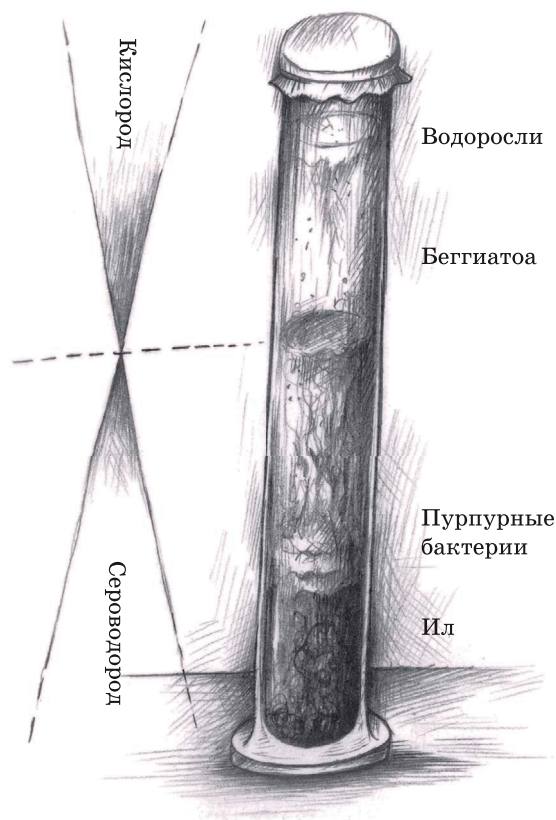


Рис. 57. Разведение серных бактерий

6. Бактериальную культуру можно держать в сосуде месяцами, нужно только время от времени добавлять немного воды из-под крана и иногда поворачивать банку, чтобы каждая сторона получала немного света. Постоянно замечаешь что-то новое: краски меняются, появляются другие. Можно долго этому радоваться.

7. Этот способ разведения бактерий применим и к другим их сортам, придуман он был русским химиком и ботаником Сергеем Виноградским. В его честь метод был назван средой Виноградского. В отличие от метода агар-агара, предполагающего изоляцию бактерий, метод Виноградского подходит для изучения бактерий в рамках экологического сообщества.

115 Прекрасный труп: светящиеся бактерии

ГДЕ: в темном прохладном подвале

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: свежая селедка (необработанная рыба — не копченая, не маринованная) или свежая скумбрия, поваренная соль, старая миска, в которую рыба поместится целиком и которую потом можно выбросить

1. Раствори в одном литре воды примерно 30 г поваренной соли (лучше меньше, чем больше). Ты получишь трехпроцентный раствор поваренной соли, соответствующий морской воде. Теперь положи рыбу в миску и залей ее до половины рассолом. Поставь миску в прохладном подвале на пол — там, где до нее не доберется маленький ребенок или кошка.

2. Через один-два дня выступающие из воды части рыбы начнут кое-где светиться — возможно, лишь точечно. Свечение ты увидишь только в полной темноте, когда твои глаза к ней привыкнут. Это светящиеся бактерии (раньше их называли *Photobacterium phosphoreum*, теперь — *Vibrio phosphoreum*). Это зрелище отдаленно напоминает ночной вид из самолета на фрагментарно населенный остров. И в самом деле, прекрасный труп.

3. Но есть одно но: к сожалению, труп вскоре начинает вонять, поэтому, как только появится свечение, придется немедленно прервать эксперимент. Как следует упакуй рыбу в полиэтиленовый пакет и выброси в контейнер для мусора. После прикосновения к светящейся рыбе хорошенько вымой руки с мылом. Проследи, чтобы этой рыбой не лакомились домашние животные. Рыба, подвергшаяся бактериальному разложению, вредна для здоровья! Если ты собираешься и дальше использовать миску, в которой лежала рыба, тщательно вымой ее и ополосни кипящей водой.

4. Как это ни странно, некоторые светящиеся бактерии, хотя и чувствуют себя прекрасно на дохлой рыбе,

крайне чувствительны к качеству воды. Если вода содержит определенные вредные вещества, свечение слабеет. Поскольку его легко измерить, эти бактерии используются в ведомствах по контролю качества воды.

116 Как мхи борются с микробами

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: порошок агар-агар, сахар, стакан воды, чистая маленькая баночка из-под варенья с широким горлышком или баночка из-под детского питания, кофейный фильтр, немного мелко нарубленного мха

1. Прямо по земле расстилаются мхи — незаметные растения, на которые мы обращаем мало внимания. Они непритязательны — довольствуются водой и пылью. Им хорошо там, где часто бывает влажно, где так и кишат споры плесневых грибков и бактерии. И все же мхи почти всегда выглядят зелеными и совершенно здоровыми. Как им это удастся? Как они обороняются от бактерий и грибов? За долгую историю своего существования мхи выработали мощные антибиотики. Только поэтому они сумели выжить среди всех этих бактерий и грибов. Благодаря содержанию в них антибиотиков многие мхи являются эффективными лекарственными средствами. По всему миру мхи применяются в народной медицине в качестве компрессов для ран, лекарств против экземы, средств для борьбы с ведьмами и злыми духами и в качестве чудодейственных средств вообще. В китайской народной медицине использование мхов распространено так же, как среди североамериканских индейцев или маори в Новой Зеландии.

2. Следующий эксперимент позволит тебе составить представление об антимикробной эффективности мхов. Для этого приготовь питательный раствор агар-агара, как описано выше. Разлей его по двум баночкам.

3. Теперь снова собери несколько грибных спор и бактерий, проведя ватной палочкой, например, по ка-

фельному полу в углу ванной или по телефонной трубке. Можешь взять немного мелкой сухой земли из сада. Осторожно и экономно распредели бактерии по двум банкам.

4. Теперь в игру вступают мхи. Сорви несколько стебельков любого зеленого мха. Эффективнее всего торфяной мох (род *сфагнум*); но можешь попробовать и другие виды мхов. (Исследователь мхов Ян-Петер Фрам из Боннского университета рассказывал мне об одном любителе лошадей, который вылечил свою лошадь от застарелого грибкового заболевания, приготовив пасту из мхов, которые росли прямо перед конюшней — можно сказать, на конском навозе!) Смочи сорванный мох водой и нарежь его ножом на мелкие кусочки. Вырежи из кофейного фильтра круг диаметром примерно полсантиметра. Поскольку кофейный фильтр состоит из двух слоев бумаги, получатся два кружка одинаковой величины. Обваляй один кружок из фильтровальной бумаги в кашице из мха и положи в банку. В другую банку помести другую бумажку, при необходимости еще раз смочив ее водой, чтобы лучше держалась.

5. Теперь закрой банки и поставь их в теплое место, но не на солнце, чтобы бактерии и грибы хорошо росли.

6. Через неделю-другую окажется, что в баночке с бумажкой, обваленной во мхе, бактерии и грибы хоть и развиваются, но огибают дугу вокруг бумажного кружка. Фильтровальная бумага, пропитанная мхом, окружена ореолом, внутри которого ничего не растет. В другой баночке такого ореола быть не должно. Если это не так, значит, мох был не такой, какой надо, — попробуй взять другой...

XVIII

АТОМЫ УГЛЕРОДА



XVIII

АТОМЫ УГЛЕРОДА

Рыбаки наблюдали на озере странное явление: по воде распространялось переливчатое сияние, напоминавшее расплавленную радугу — фиолетовую и золотую. Рыбаки позвали монахов из ближайшего бенедиктинского монастыря. Это явление не было естественным, оно было чудом, Божьим знаком! Но что, ради всего святого, Бог хотел поведать смертным?

Сходили за настоятелем монастыря; он пришел, опираясь на двух монахов помоложе, шагнул на мостки и молча наблюдал за игрой красок. Потом заговорил: «Разве вы не видите, что радуга указывает на часовню нашего святого Квирина? Ему мы обязаны этим чудом. След ведет в заросли тростника. Посмотрите — может, что-нибудь там и найдете». Вместе с рыбаками в лодку сели двое монахов и, вернувшись через час, показали настоятелю тростник, к которому приклеилась липкая черноватая масса. «Вот что мы обнаружили в камышах. Оттуда исходит сияние». Настоятель осмотрел находку, окунул стебель в озеро — от него отделилась маленькая радуга и поплыла по воде. Он перекрестился и сказал: «Сдается мне, это что-то святое — возможно, кровь, которую потерял святой, когда его гроб проносили по берегу нашего озера? Соберите это вещество — надо показать его нашему философу».

Монахи собрали загадочную черную массу в маленькие колбы — для этого они подержали в воде стебли тростника, между которыми запуталась эта масса, чтобы можно было ее вытащить. Монастырский аптекарь, который был еще и алхимиком, исследовал образцы и объявил, что это — описанная еще древними чудесная масса под названием нафта, которая в империи зовется земляной смолой или земляным маслом. Она обладает целительной силой, тем более что ее источник, очевидно, берет свое начало

от святого Квирина. Судя по всему, это масло имело для него особое значение, раз оно переливалось фиолетовым и зеленоватым цветом — то же самое говорят и о философском камне. С тех пор монахи стали использовать это масло в качестве лечебного средства. Они натирали им больных паломников, которые часто являлись к монастырю издалека, обрабатывали гнойные раны, смазывали болящие суставы, капали в уши и воспаленные глаза. Черное масло, которое отныне стало известно повсюду как масло Квирина, оказалось невероятно действенным лекарством. Оно творило чудо за чудом. К слепым возвращалось зрение, хромые вставали на ноги и вновь начинали ходить, даже животные выздоравливали. Настоятель повелел, чтобы заболоченное место, которое, судя по всему, было источником масла, огородили и построили над ним деревянную часовню. Так и сделали. Монахи завели книгу чудес и стали скрупулезно записывать в нее все случаи исцеления. Масло стало частью паломничества, каждый год являлись сотни паломников, молились святому и приобретали у монашеской конгрегации бутылочку драгоценного масла. Они приносили с собой и ставили в часовне святого Квирина жертвенные восковые фигурки — маленькие скульптуры из ароматного пчелиного воска: одни в форме руки, другие в форме глаза, третьи в форме ноги — в зависимости от того, каким недугом страдал верующий. Многие возвращались в свои деревни, исцелившись. Так продолжалось более 300 лет. Однако в 1803 г. Бавария была завоевана войсками Наполеона, монастырь секуляризован, а паломничество к часовне святого Квирина — запрещено. Несколько лет целебное масло еще продавалось, а потом источник иссяк. Сейчас существует всего лишь одна запечатанная бутылочка со старинным маслом. События эти происходили не на Штарнбергском озере, а на озере Тегернзе неподалеку от него; небольшие месторождения нефти встречаются во многих местах в предгорье Альп. Однако запасы в них весьма скудные.

Нефть — одна из самых удивительных субстанций, какие только есть. В наши дни она пользуется дурной славой, но разве нефть виновата в том, что люди затевают

войны, чтобы завладеть ею? Нефть — фантастическое вещество, не в последнюю очередь потому, что делает ощутимой ту чрезвычайную силу, которую скрывает в себе углерод. Выглядит она и в самом деле престранно — на свету она светится зеленоватым светом, а ее крохотные капельки могут распространяться невероятно далеко, обнаруживая необычайно чистые, насыщенные цвета. Нефть и пахнет странно — ароматно, в общем-то, запах этот нельзя назвать неприятным. Неудивительно, что монахи приписывали ей огромную силу.

В альпийском регионе, где тут и там — не только на Тегернзе — обнаруживается нефть, распространены сказания, согласно которым нефть — это кровь, пролитая в бою великаном. В некоторых местностях великана после христианизации заменили святым.

В самом деле, между кровью и нефтью существует сходство. Обе жидкости густые и липкие; кровь, как и нефть, может свертываться в черную массу. Современное учение о нефти недалеко ушло от старой теории крови. Нефтехимия показала, что нефть действительно состоит из соков и останков умерших существ, нагретых под давлением. Нефть содержит так называемые химические ископаемые, молекулярные фрагменты соков микроорганизмов, из трупов которых возникла нефть. В нефти были обнаружены остатки крови и продукты разложения хлорофилла. Нефть — концентрат прошедшей жизни, наполненный энергией. Пить ее нельзя, но при наружном применении в небольших количествах нефть обладает целительной силой, поскольку содержащиеся в ней фенолы оказывают антибактериальное действие.

Нефть состоит преимущественно (на 80%) из углерода, поэтому при ее горении выделяется так много углекислого газа. Но нефть характеризует углерод не только количественно; прежде всего, она дает *качественное представление* об этом элементе, об этом типе атома, причем даже гораздо лучше, чем уголь, который почти на 100% состоит из углерода.

Ведь нефть — это не просто мертвое скопление атомов углерода, а целый космос, концентрация всего, на что

только способны атомы углерода. Имея дело с нефтью — этим бездонно черным, флуоресцирующим веществом, — получаешь понятие о том, что такое углерод, точное представление об ослепительной многогранности этого атома. В нефти можно встретить и вытянутые в длину цепи атомов углерода, и круглые соединения, и сети, и всевозможные комбинации. В неочищенной нефти присутствует 17 000 различных соединений углерода, а если учитывать мельчайшие следы, то намного больше! Каждая капля нефти содержит невероятное богатство.

Углерод — переливчатый элемент, общительный и в то же время неуловимый. Он не слишком тяжел и не слишком легок, не слишком велик и не слишком мал и способен образовывать соединения с самим собой. Не только попарно, но и впятером, вдесятером или даже по 100 000 в огромных молекулах со сложной архитектурой, напоминающей, скорее, государства, нежели соединения. Другие атомы вступают в сношения только с определенным видом атомов — от остальной части атомного сообщества они изолированы, как высшая знать. А в атомах углерода, напротив, общительность и игривость бьют ключом. Он самый жизнелюбивый в периодической системе химических элементов, сидит в середине и соединяется с атомами, находящимися как слева, так и справа от него. Так и получается, что 95% всех известных химических соединений — это углеродные соединения; на все остальные элементы периодической системы — а их около 100 — приходится оставшиеся 5%!

Поэтому углерод лежит в основе всего живого, из его атомов — и некоторых других, особенно водорода, азота и кислорода — живые существа могут сделать все, что захотят: твердые хитиновые панцири или эластичные нити, клеи, кислоты, яды, сахар...

Музыка жизни бесконечно вариативна, всякий раз она звучит иначе, но неизменно упоительно, а ключ к ней — С. Все живые существа, какими бы пестрыми и переливчатыми они ни были внешне, в душе черны: они состоят из углерода. Мы, люди, — жизнь в гуще жизни. Большая часть того, что нас окружает, состоит из углерода: стол,

стулья, наша одежда, пища, лекарства и т. д. Да и в природе, если посмотреть, сплошь и рядом углеродные соединения. Так что углерод оказывается довольно распространенным элементом. Об этом свидетельствует и его название, в котором нет ничего необычного; на ум сразу приходят малопrestiжные профессии. А как благородно звучит, например, слово «кремний»!

Внешность обманчива.

Углерод на Земле — редкость. Редкая земля. Раритет. Если перебрать все атомы, из которых состоит Земля, то среди 10 000 атомов обнаружишь добрых 5000 атомов кислорода и около 1600 атомов кремния. И всего семь атомов углерода! Растениям и водорослям приходится отсеивать эти атомы из массы других, чтобы выстроить из них свое тело. Вырастая, растения становятся идеальной пищей для животных, которые не утруждают себя накоплением атомов углерода в собственном организме. Ведь растение, если исследовать его сухую массу, примерно на 50% состоит из углерода. Когда животные, выстроившие свои тела из растений, умирают, их трупы падают на землю или на дно моря. Как правило, их тут же поедают, так что атомы углерода постоянно находятся в обращении. Через промежуточную станцию — воздух — они всякий раз попадают обратно в организм других живых существ. Раз они такие редкие, нельзя терять ни одного!

И в самом деле, почти каждый атом углерода подвергается переработке и используется снова. Вот почему от роскошной, пышной жизни былых времен и эпох сохранились лишь жалкие остатки — и, как правило, это вовсе не углеродные материалы. Большинство умерших созданий продолжают жить в современных живых существах! Жизнь пожирает саму себя, чтобы иметь возможность жить дальше.

Однако кое-что остается, не все поглощается и перерабатывается. Не все атомы углерода жизнь снова вводит в оборот — некоторые надолго пропадают в земных недрах. И вот мы опять возвращаемся к нефти. В относительно мелководных морях, озерах, у берегов океанов, где много живых существ, из падающих на дно тел может образовы-

ваться нефть. Она и сейчас образуется во многих местах — например, в Средиземном и Черном морях. Но в природе этот процесс длится очень долго.

Нефть в некотором смысле — консервированная жизнь, которая благодаря счастливому стечению обстоятельств избежала участи быть сожранной! Концентрированный дистиллированный фильтрованный сок. Углерод в ней, в отличие от каменного угля или графита, еще не подвергся полной минерализации и не перешел в состояние покоя, он еще подрагивает, претерпевает биохимические превращения — просто он временно замер. Стоит сыграть для него в изящных прозрачных замках и башнях из дутого стекла химической лаборатории танцевальную мелодию, как древние атомы начнут потягиваться, шевелиться и снова пустятся в пляс. Из живого углерода, содержащегося в нефти, можно сделать все, что угодно, — множество веществ, тщетно состязающихся в разнообразии с самой жизнью: аспирин, краски, неломающиеся удочки, жевательные резинки, резиновые мячики, бикини и т. д. Нефть является для органической химии философским камнем, универсальным сырьем и панацеей.

Самое глупое, что только можно сделать с этой великолепной субстанцией, этим жидким символом живого углерода, — сжечь ее. И именно так мы, к сожалению, и поступаем в большинстве случаев. Тогда нефть снова становится углекислым газом.

Разумеется, каждое углеродное соединение когда-нибудь превратится в CO_2 ; этот бесцветный газ — последний путь всего живого, прах всех живых созданий. Но в природе атомы углерода подвергаются бесчисленным превращениям и вступают в бессчетное количество соединений, прежде чем стать углекислым газом и отправиться к ближайшему растению. В природе самый красивый путь между двумя точками — не прямая, а кривая. Метаморфозы углерода в природе столь же запутанны и причудливы, как то масляное пятно, переливающееся всеми цветами радуги, которое наблюдали на озере монахи.

Открой для себя невидимое!

117 Увидеть привычное новыми глазами: СО₂ как живой пепел

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: пустая банка или пустой стакан, сифон для воды (прибор, который используется для приготовления газировки из водопроводной воды и углекислого газа)

1. Во многих домах есть сифон для воды. С его помощью можно приготовить газировку, а можно и более детально изучить свойства углекислого газа. Возьми сифон и подставь под него большой стакан. Нажми на кнопку и впусти немного шипящего углекислого газа. Влей содержимое стакана себе в рот и в нос! Едко-кислый вкус СО₂ ни с чем не спутаешь. Дочь углерода — углекислота — принадлежит к числу слабых кислот. Ее мягкость отражает уравновешенный характер самого углерода.

2. Откуда берется в сифонах (и в газировке, кока-коле, лимонаде) СО₂ — «угольная кислота»? Почти всегда прямо из нефтегазовой промышленности. На определенных этапах процесса, которые можно назвать упорядоченным частичным сгоранием, там высвобождается очень чистый СО₂. В принципе, СО₂ для газировки можно было бы добывать и на угольных электростанциях — там он образуется в несметных объемах. Но очистка этого газа оказалась бы очень трудоемкой.

3. СО₂ — основной продукт сгорания угля, нефти и природного газа, которые, в свою очередь, являются пре-

ображенными мумифицированными остатками морских или сухопутных созданий. Он возникает везде, где заканчивается жизнь. Этот газ — «последний путь плоти», как писал итальянский химик и писатель Примо Леви. Это газообразный пепел, который поднимается в воздух и быстро распространяется. Но он не только последний путь, но и начало всей жизни. CO_2 вовсе не производит впечатление мертвого; напротив, он кажется беспокойным, живым, и даже вкус его освежает. С точки зрения жизни, газообразное состояние CO_2 — его решающее качество. Если бы CO_2 был, как большинство оксидов, твердым и плохо растворимым, жизнь быстро бы угасла. Будь он жидким, жизнь никогда не вышла бы из моря на сушу. Но благодаря тому, что он газообразный и при этом легко растворяется в воде, ограниченность запасов углерода не составляет большой проблемы, поскольку каждый неиспользуемый атом сразу же оказывается доступным вновь — во всем мире, на высоте и в глубинах, везде, где только есть жизнь.

118 Масляные пятна

ГДЕ: на мокрой после дождя улице, возле луж, в болотах

1. Масляная пленка является одним из классических признаков нефтяных месторождений; но в наших краях такая пленка встречается в природе крайне редко, а если и встречается, то свидетельствует, скорее, о загрязнении окружающей среды, чем о природном источнике нефти.

2. На стоячей воде в болотах иногда видна мерцающая пленка, но это, как правило, окись железа или марганца, выделяемая бактериями. Пленку, образуемую окисью железа, можно отличить от настоящей нефтяной пленки: при прикосновении феррооксидная пленка распадается на угловатые «льдинки»; нефтяная пленка, наоборот, представляет собой жидкий слой, который после разделения рукой или палкой легко смыкается снова.

119 Мерцающая пленка

ГДЕ: на кухне

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: супница или большая миска, черный картон (а потом для разнообразия еще синий, белый, зеленый...), прозрачный (!) лак для ногтей, вилка

1. Налей в супницу (или в миску) 1–3 см воды. нарежь из картона круги или квадратики, которые поместятся в тарелку. Окуни их в воду так, чтобы они полностью оказались под водой. Картон обычно слегка окрашивает воду, но это нам не мешает.

2. Открой флакончик с лаком для ногтей, достань кисточку и подержи ее над поверхностью воды — капелька лака медленно отделится и упадет в воду. Как правило, под действием растворителей, содержащихся в лаке, она



Рис. 58. Создаем мерцающую пленку

моментально растекается во все стороны и образуется мерцающая круглая пленка, в которой иногда еще видны радужные водовороты.

3. Чтобы вытащить пленку из воды, осторожно подними черный картон (рис. 58). Лаковая пленка прилипнет к картону, можешь положить картон на полотенце (разумеется, пленкой кверху) и оставить сохнуть. Иногда радужный слой практически незаметен, но чуть повернешь лист на свету и посмотришь на него сбоку, как тотчас, откуда ни возмись, появляются краски во всей своей чистоте и насыщенности: прекрасный золотисто-желтый, фиолетовый, синий и зеленый цвета. Все пятна выглядят по-разному — в зависимости от того, как разлетелась капля, — но все они прекрасны! Когда смотришь на них под другим углом, цвета могут меняться — зеленый на синий, фиолетовый на желтый; поистине таинственная, пленительная игра красок. В природе похожие необычные краски видишь иной раз на птичьих крыльях и телах насекомых, также они характерны для перламутра и опала.

4. Слой, порождающий такие призрачные чистейшие краски, невероятно тонок: его толщину нельзя ни увидеть, ни почувствовать. Но можно приблизительно ее рассчитать. Для этого, прежде всего, необходимо знать, сколько лака содержится в одном кубическом сантиметре лака для ногтей. Я проводил измерения только для одной марки лака для ногтей; получилось, что в одном кубическом сантиметре около одной трети лака, а все остальное — растворитель. Вероятно, этот результат можно обобщить. Из одного кубического сантиметра лака для ногтей можно выдавить примерно 40 капель, значит, объем одной капли составляет $0,025 \text{ см}^3$. Из них 30% занимает лак, следовательно, объем лака в капле — $0,0083 \text{ см}^3$. В общем, не слишком много. И все же эта крохотная капля лака образует такие широкие пятна на воде! Возьми самую широкую емкость — например, форму для запекания диаметром примерно 40 см, наполни ее водой, и пусть капли распространятся так далеко, как только

смогут. Одна-единственная капелька растечется тогда на 20 см. Дальше, видимо, не получится — по крайней мере, с тем лаком для ногтей, который я использовал.

5. Какой толщины эта мерцающая пленка? Еще чуть-чуть, и мы найдем ответ. Осталось только рассчитать площадь пятен, умножив их радиус (половину диаметра) на самого себя, а потом на число π (пи). $10 \text{ см} \cdot 10 \text{ см} \cdot 3,14 = = 314 \text{ см}^2$. Это площадь лакового пятна. Теперь раздели объем капли (единица измерения — кубический сантиметр, см^3) на площадь (единица измерения — квадратный сантиметр, см^2).

6. Получится 0,000026 см, или 0,00026 мм, что составляет 260 нм. Такова толщина или, скорее, тонкость пленки. Таким образом, мы приблизились почти к самой границе атомарного диапазона. Именно поэтому возникают странные радужные цвета — постоянные индикаторы атомарной размерности. При такой толщине слоя мы, если бы захотели, могли бы смело заняться нанотехнологиями. Наиболее распространенный диаметр отдельных молекул или атомов находится в диапазоне от 1 до 0,1 нм.

120 Молекулы в солнечном свете

ГДЕ И КОГДА: на улице при ярком солнце; летом

НАМ ПОНАДОБЯТСЯ: две крышки от коробок для компакт-дисков, а еще лучше — предметное и покровное стекло, немного молока

1. Еще одно явление позволит нам заглянуть в мир атомов и молекул — так называемое броуновское молекулярное движение. Обычно его видно только под хорошим микроскопом. При высоком разрешении можно разглядеть крошечные частицы, например жировые комочки в молоке, которые беспорядочно двигаются в различных направлениях. Долгое время это движение считалось при-

знаком жизненной силы, действующей внутри микрочастиц. Однако это бодрое движение проявлялось и после кипячения жидкости, и в мельчайшей каменной пыли, и даже после замораживания препаратов. Отсюда возникла другая теория: возможно, это движение является результатом столкновений. Столкновений чего с чем? В расчет, очевидно, следует принимать только молекулы воды, которые натываются на гораздо более крупные жировые комочки и толкают их в разные стороны. Чем теплее жидкость, тем быстрее.

2. Это явление — броуновское движение, которое находится на границе микроскопического и молекулярного миров, — можно увидеть и без микроскопа, без стократного увеличения и высоких технологий, в солнечном свете.

3. Возьми две крышки от коробок для компакт-дисков, вытащи из них обложки. Капни на лицевую сторону одной крышки немного молока и положи на нее другую крышку лицевой стороной вниз, сильно сожми крышки, чтобы молоко растеклось между ними. Крепко держа их обеими руками на расстоянии примерно 20 см от глаз, расположи их так, чтобы солнце светило в них наискосок, т. е. тебе нужно смотреть на солнце. Когда поймешь нужный угол, увидишь в молоке беспорядочное движение. *Это и есть броуновское движение!* Это те самые жировые комочки трепещут в молоке. Ты видишь не сами комочки, а их дрожь и кишение, которые непосредственно связаны с атомарным миром: вызывают их молекулы воды. Они в некоторой степени подталкивают комочки.

4. Это явление будет еще заметнее, если вместо коробок от компакт-дисков ты возьмешь предметное стекло, капнешь на него молока и положишь сверху покровное стекло. Но и описанным здесь способом можно увидеть достаточно. Нужно только безоблачное небо — солнце не должно прятаться.

5. Вообще-то такое маленькое явление, которое обычно видно под микроскопом только при максимальном увеличении, не должно поддаваться восприятию невооруженным глазом. Вероятно, сильный свет, который, натываясь на комочки, преломляется, за счет этого преломления — и движения комочков — проецирует на сетчатку глаза гораздо более крупное изображение, чем без преломления. Так, по крайней мере, предполагает биолог Ганс Молиш, впервые описавший это явление (правда, с использованием других принадлежностей). Разве не здорово, что простейшие подручные средства позволяют нам достичь крайней границы видимого?

БЛАГОДАРНОСТИ

Когда книга имеет долгую историю создания, всегда бывает много тех, кто помогал. Я особенно благодарен моим коллегам по Аугсбургскому университету, в частности тем, кто работает в Научно-исследовательском экологическом центре, а также в Географическом и Физическом институтах. Кроме того, важные указания дали мне наши партнеры из Национального научно-исследовательского центра экологии и здравоохранения в Мюнхене и Института метеорологии и исследования климата в Гармиш-Партенкирхене («Кампус Альпин») при Технологическом институте в Карлсруэ (КИТ). Очень полезным во многих отношениях был регулярный обмен опытом с экспертами из баварского Земельного управления по охране окружающей среды в Аугсбурге. Экскурсии, организованные Музеем природы в Аугсбурге и членами Общества естественных наук Аугсбурга и Швабии, принесли мне радость и заставили на многое взглянуть по-другому.

В порядке следования глав я хотел бы назвать некоторых из своих спутников на новом пути, чьи указания и советы тем или иным образом особенно помогли мне в написании книги.

Звезды и Луна

Благодарю за разнообразную информацию и указания доктора Симона Майснера (Научный экологический центр, Аугсбургский университет), Герхарда Черны (Аугсбургский планетарий) и Дирка Вундерлиха, который как-то летней ночью установил на территории Аугсбургского университета свой телескоп, чтобы все желающие могли увидеть особенно близкий Марс.

Небо

Профессор, доктор Штефан Эмайс (Научно-исследовательский центр в Карлсруэ / Институт метеорологии и иссле-

дования климата в Гармиш-Партенкирхене), обладающий огромной профессиональной компетентностью, помог мне в некоторых вопросах. Доктор Петер Зуппан из этого же университета дал мне важные советы относительно погоды и климата. Профессор, доктор Юкундус Якобейт, доктор Эльке Хертиг и Клаус Хагер из Географического института тоже терпеливо и компетентно отвечали на мои вопросы из области метеорологии.

Солнце

Здесь я особенно признателен ушедшему на пенсию профессору, доктору Райнхарду Шостаку (Мюнстерский университет), который дал мне много ценных указаний для экспериментов и вдохновил меня на наблюдения за солнцем.

Озеро и остров

Штарнбергское озеро и остров Розенинзель я исследовал вместе с доктором Мартинусом Феск-Мartiном, который тоже опубликовал книгу об этом озере. Главы, посвященные озеру и острову, многим обязаны его компетентности и умению радоваться всему, что можно наблюдать за окном. Много важных указаний по вопросам картографии дала мне профессор, доктор Сабине Тимпф (Аугсбургский университет).

Деревья

Долгая и крайне поучительная беседа о деревьях состоялась у меня в Аугсбурге с Берндом Корокнаем, специалистом по уходу за деревьями и дендрологом. Манера, в которой Бернд Корокнай относится к деревьям и рассказывает о них, уникальна. Важные указания по древесной химии дал мне доктор Ян Хансс (кафедра химии твердых тел Аугсбургского университета). Экспериментальному опыту Яна и его хорошему оборудованию я обязан и кое-чем еще. За разговоры о грибах хотелось бы сказать спасибо Гюнтеру Гроссу, председателю Грибного общества Аугсбург-Кёнигсбрунн.

Человек

Для опытов по чтению следов очень полезной оказалась подробная беседа с начальником криминальной полиции Гюнтером Весселем (криминальная полиция Аугсбурга). Благодаря посредничеству доктора Эрика Крупики мне удалось побывать в службе уголовного розыска в Висбадене, где я многое узнал от специалистов по закреплению следов. Критические замечания по поводу моих расчетов CO_2 сделали Йоахим Герман (Институт плазменной физики им. Макса Планка) и профессор, доктор Томас Хамахер (Мюнхенский университет им. Людвига Максимилиана); я кое-что почерпнул из этих комментариев — надеюсь, то, что надо.

Птицы

Из всех друзей природы любители птиц — не только самые многочисленные, но и самые организованные. Поэтому мне удалось принять участие во многих походах, целью которых было послушать птичьего голоса; с особой радостью я вспоминаю о походе с Рихтером, лесником в гессенском заповеднике Келлервальд, а также о прогулке с Робертом Куглером, возглавляющим орнитологическую группу Общества естественных наук Аугсбурга и Швабии.

Летучие мыши

Первые сведения о летучих мышах я получил от Фридриха Зайдлера из Общества естественных наук Аугсбурга и Швабии; Кармен Лигль взял меня потом с собой в Вёрлешванг на экскурсию, посвященную летучим мышам. Благодарю за ссылки на специальную литературу приват-доцента, доктора Бьёрна Зимерса из Орнитологического института им. Макса Планка в Зевизене на Штарнбергском озере.

Мята

Растения были моей страстью с самого детства; но невероятно разнообразный растительный мир Баварии я по настоящему узнал лишь благодаря доктору Экхарду Хартману из Аугсбургского университета.

Голубянка

Доктор Эберхард Пфойфер, председатель Общества естественных наук Аугсбурга и Швабии, не только поведал мне многое о бабочках, но и взял меня с собой на экскурсию. Ему и его жене я обязан также важными идеями для иллюстраций. Доктор Тим Лаусман из Общества естественных наук в Вуппертале прислал мне яйца малого ночного павлиньего глаза, благодаря чему я приобрел чудесный опыт. Выведение гусениц заняло много времени, зато доставило большую радость!

Земля и гравий

О земле я продуктивно побеседовал с географом доктором Христофом Хиршем. Профессор, доктор Арне Фридман (Аугсбургский университет), с которым мы вместе бурили скважину в болоте, наглядно продемонстрировал мне, что почва — это архив прошлого. Благодаря общению с художником Клаусом Цёттлем и археологом профессором, доктором Клаусом Хильбертом из Епископального католического университета в Порту-Алегри, я стал намного более внимателен к гравию и земле. Во время незабываемой экскурсии с доктором Михаэлем Руммелем, директором аугсбургского Музея природы, я обнаружил необыкновенные ископаемые. Пройдя курс промывки золота под руководством Франца-Йозефа Андорфа, я убедился в том, что найти золото среди речной гальки действительно возможно.

Пыль

Глава, посвященная пыли, получилась особенно объемной, поскольку пыль так давно и сильно меня занимала! Я многое узнал от своих коллег из аугсбургской рабочей группы по исследованию аэрозолей; в частности, от профессора, доктора Аннетте Петерс (Центр им. Гельмгольца, Мюнхен), профессора, доктора Ральфа Циммермана (Центр им. Гельмгольца, Мюнхен), доктора Йозефа Цюрюса (Научно-исследовательский экологический центр / Центр им. Гельмгольца, Мюнхен) и доктора Майка Питца (Научно-исследовательский экологический центр / Центр

им. Гельмгольца, Мюнхен). В Хемнице, городе, построенном на окаменевшей вулканической пыли, доктор Ронни Рёсслер и Ральф Кречмар из Музея природы помогли мне совершенно по-новому взглянуть на динамику облаков вулканической пыли.

Диатомовые водоросли и бактерии

Как диатомовые водоросли, так и бактерии я впервые увидел в микроскоп доктора Экхарда Хартмана (Аугсбургский университет). Он не только выдающийся специалист по полевой ботанике, но и квалифицированный микробиолог; от него я получил много советов о выращивании бактерий и грибов.

С микробиологией крупной больницы я познакомился благодаря профессору, доктору Вернеру Эрету из аугсбургской центральной клиники. Сильке Вайгель с кафедры химии твердых тел Аугсбургского университета выполнила анализ предполагаемой пробы стеной селитры — при этом выяснилось, что на стенах иногда распускается сернокислый натрий.

Атомы углерода

Из незабываемого разговора, который произошел у меня в Штутгарте с профессором, доктором Хартмутом Зайфридом, геологом, я узнал, в том числе, насколько редки атомы углерода в природе. В лаборатории профессора, доктора Франц-Йозефа Гисибля я впервые вступил в (акустический) контакт с отдельным атомом углерода. Обращению с мощным стереомикроскопом, с помощью которого я измерял одноцентровую монетку, меня обучил Роберт Меркль из Прикладного центра исследования материалов и окружающей среды при Аугсбургском университете.

С Андреасом Калиттой, который работает там же на кафедре химии твердых тел, я обсуждал толщину мерцающей лаковой пленки и возможности ее использования в качестве прекурсора в нанотехнологиях.

Очень увлекательными были доклады об истории отдельных атомов углерода профессора, доктора Армина

Реллера. Истории о находках нефти на Тегернзе я услышал от доктора Роланда Гётца (архив архиепископства Мюнхена и Фрайзинга).

Комментариями и идеями по поводу более ранних версий глав со мной поделились доктор Вальтер Фрейн, доктор Конрад Хойман и мой отец, Эрих Зэнтген. Больше всего я благодарен своей жене Керстин, которая прочитала текст и высказала критические замечания. Кроме того, мы вместе с нашими детьми Хенриком и Мерле проделали большинство из описанных здесь экспериментов, что доставило нам всем величайшую радость.

ОБ АВТОРЕ И ИЛЛЮСТРАТОРЕ

ОБ АВТОРЕ

Йенс Зёнтген, 1967 г. р., изучал химию и философию, после государственного экзамена защитил диссертацию по феноменологии незримого. Работал свободным журналистом, потом снова обратился к занятиям наукой. Преподавал философию в двух бразильских университетах, с 2002 г. возглавляет научный экологический центр при Аугсбургском университете. В 2003 г. в издательстве *Peter Hammer Verlag* была опубликована его книга по философии «Сам подумай!», которая принесла ему большой успех.

ОБ ИЛЛЮСТРАТОРЕ

Виталий Константинов родился в 1963 г. в Бессарабии. Он изучал изобразительное искусство и архитектуру в России, а позднее — графику, живопись и историю искусства Византии в Германии. Константинов живет и работает в качестве свободного художника и иллюстратора в Марбурге и преподает искусство книжной иллюстрации, в частности в Высшей школе прикладных наук г. Гамбурга. За иллюстрации к книге Даниила Хармса «Странные страницы» был удостоен премии «Самая красивая немецкая книга» немецкого фонда «Искусство книги» («Штифтунг Бухкунст»).

Минимальные системные требования определяются соответствующими требованиями программы Adobe Reader версии не ниже 11-й для платформ Windows, Mac OS, Android, iOS, Windows Phone и BlackBerry; экран 10"

Научно-популярное электронное издание

Зентген Йенс

**ОТ ЗВЕЗДЫ ДО РОСИНКИ
120 УДИВИТЕЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ**

Ведущий редактор *Ю. А. Серова*. Художник *Н. А. Новак*
Технический редактор *Е. В. Денюкова*. Корректор *Е. Н. Клитина*
Компьютерная верстка: *Е. А. Голубова*

Подписано к использованию 18.12.14. Формат 155×225 мм

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Шаг за шагом, страница за страницей юный исследователь будет познавать всю красоту природы – ночного неба, дарящего свет Солнца, загадочной Луны, шелестящих лесов, вездесущей воды, дышащих растений, сладкоголосых птиц, очаровательных бабочек и даже крохотных микроорганизмов! С помощью простых подручных средств он научится распознавать созвездия, предсказывать лунное затмение, измерять высоту и объем деревьев, различать голоса птиц. Узнает, как определять время по Солнцу, как заставить ветки деревьев светиться, как снять отпечатки пальцев, как вырастить бактерии, а также многое другое. Благодаря этой книге ребенок научиться думать самостоятельно!

