

The
NATIONAL
BESTSELLER

БИЛЛ

Bill Bryson

A Short History
of Nearly Everything

БРАЙСОН

Краткая история
почти всего на свете



Цивилизация: рождение, жизнь, смерть

Билл Брайсон

**Краткая история
почти всего на свете**

«АСТ»

2003

УДК 030
ББК 92

Брайсон Б.

Краткая история почти всего на свете / Б. Брайсон — «АСТ»,
2003 — (Цивилизация: рождение, жизнь, смерть)

ISBN 978-5-17-092083-9

Что это за книга? Это не энциклопедия — хотя здесь разложено по полочкам множество фактов. Это не практическое руководство — хотя здесь имеется масса полезных инструкций, например, «как самому создать Вселенную». Это не детективный роман — хотя от книги невозможно оторваться. Это просто увлекательная история. История всего на свете. Почти всего.

УДК 030
ББК 92

ISBN 978-5-17-092083-9

© Брайсон Б., 2003
© АСТ, 2003

Содержание

Предисловие научного редактора перевода	6
От автора	8
Введение	10
Часть I. Затерянные в космосе	14
Глава 1. Как создать вселенную	14
Глава 2. Добро пожаловать в Солнечную систему	21
Глава 3. Вселенная преподобного Эванса	28
Часть II. Размеры Земли	36
Глава 4. Мера вещей	36
Глава 5. Камнебомы	49
Глава 6. Наука, прочитанная по зубам и когтям	59
Глава 7. Простейшие вещества	70
Часть III. На заре нового века	81
Глава 8. Вселенная Эйнштейна	81
Конец ознакомительного фрагмента.	93

Билл Брайсон

Краткая история почти всего на свете

© Bill Bryson, 2003

© Перевод. В. Михайлов, 2006

© Предисловие, комментарии. А. Сергеев, 2006

© Издание на русском языке AST Publishers, 2018

* * *

Меган и Крису. Добро пожаловать!

Физик Лео Силард как-то сказал своему другу Хансу Бете, что думает начать вести дневник. «Публиковать его не собираюсь, буду всего лишь записывать факты для сведения Всевышнего». – «Думаешь, Всевышний не знает фактов?» – спросил Бете. «Нет, – ответил Силард, – факты Он знает, но не знает этой их интерпретации».
Ханс Христиан фон Байер. Укрощение атома

Предисловие научного редактора перевода

Книга, которую вы держите в руках, призвана изменить ваше представление о науке как о неоправданно сложной и скучной сфере человеческой деятельности. Многие просто догадываются о том, что наука может быть увлекательной, – годы обучения в школе убедили их в обратном. И такой эффект характерен не только для российского среднего образования. О похожих проблемах вспоминает и британец Билл Брайсон. Видимо, это общая проблема массовой школы с ее стандартными программами и скучными учебниками, которые бессильны привить интерес к науке.

А вот у Брайсона это получилось. В чем секрет его успеха? Прежде всего, это, конечно, представление науки через характеры и судьбы людей, через их жизненные коллизии, дружбу и вражду, надежды и разочарования, взлеты и падения. Для массовой культуры (а популяризация науки – это массовая культура) эксцентричный ученый – типичный персонаж и, в то же время, неповторимый в своей индивидуальности, когда речь идет о реальной исторической фигуре. Творческая личность всегда держит внимание публики в напряжении. И, пользуясь этим, Брайсон подбрасывает читателю научные знания и их взаимосвязи почти так же, как вплетает улики в роман мастер детектива.

Другой секрет книги – простота и ясность изложения. Автор с первых же страниц признается в том, что он дилетант в науке. Просто в какой-то момент у него появились желание и возможность потратить три года, чтобы в меру сил разобраться с современными научными представлениями. Казалось бы, в этом нет ничего особенного. Но статус профессионального журналиста дал Брайсону два важных преимущества: доступ к лучшим специалистам в каждой интересующей его области и опыт написания легкого для восприятия текста.

В отличие от многих других научно-популярных книг, где автор последовательно излагает твердо установленные факты, Брайсон выступает скорее в роли гида, ведущего экскурсию по науке. Книга насыщена увлекательными подробностями – от неожиданных фактов до исторических анекдотов – и невероятно широка по охвату. В этом третий секрет ее успеха. Здесь вы действительно найдете почти все: Большой взрыв и происхождение человека, историю открытия динозавров и массовое отравление свинцом, взвешивание Земли и глубоководные погружения. Обо всем этом написано ярко, доступно и, что немаловажно, кратко. Да-да, кратко, а значительный объем книги – лишь отражение большого числа затронутых в ней вопросов.

По многим темам, уместившимся у Брайсона всего на нескольких страницах, написаны целые тома. И в этом четвертый секрет успеха книги – она содержит множество ссылок на работы коллег-популяризаторов и может служить путеводителем в огромном объеме научно-популярной литературы. К сожалению, многие из упоминаемых авторов и книг недоступны читателю на русском языке, так что будем считать это путеводителем для российских издателей.

Конечно, в столь масштабном проекте не удалось обойтись и без ряда неточностей. Сам автор упоминает, что благодаря любезному участию консультантов он исправил в тексте не одну сотню ошибок и он сам не знает, сколько еще их осталось на страницах книги. Именно поэтому при подготовке русского издания мы постарались проверить и уточнить приводимые факты и цифры.

В некоторых случаях, когда ошибки были очевидны (например, в числовых значениях), они исправлены прямо в тексте. В более сложных ситуациях даются ссылки на примечания в конце книги (обозначены цифрами). Также в некоторых примечаниях даются оговорки, когда автор в угоду краткости и ясности излишне упрощает существующие научные представления. Впрочем, не следует ожидать от увлекательной обзорной экскурсии досконального и точного изучения каждого экспоната.

Но далеко не все примечания связаны с ошибками. Наука в наше время развивается очень быстро. За десять лет, прошедших с момента выхода книги на английском языке, ряд утверждений успел устареть. Например, Плутон в 2006 году утратил статус планеты. Астрофизик Сол Перлмуттер, кратко упомянутый в третьей главе как охотник за сверхновыми, получил Нобелевскую премию за открытие по этим сверхновым ускоренного расширения Вселенной. Теория струн, над заумностью которой автор подтрунивает в главе 11, принесла совершенно новое понимание природы черных дыр. Стремительное развитие инструментов для чтения ДНК открыло совершенно новые возможности для изучения эволюции жизни. Марсоходы, квантовые и нанотехнологии, открытие бозона Хиггса, достижения в исследованиях климата – за прогрессом науки не угнаться, но важнейшие новые результаты по возможности все же учтены в примечаниях.

В книге упоминается множество имен. Прежде всего, это, конечно, ученые. Билл Брайсон считает своим долгом устранять исторические несправедливости и указывать истинных первооткрывателей или авторов идей в тех случаях, когда в общественном сознании научное достижение связано с другими именами. В большинстве случаев все необходимые сведения об ученых содержатся на страницах книги и подбор этих сведений – часть замысла автора.

Однако нередко в тексте даются мнения или цитаты с указанием имени научного журналиста или ученого-популяризатора – как правило, нашего современника – без каких-либо пояснений. Многие из них хорошо известны любителям науки в англоязычных странах, а если и нет, то информацию легко найти в Интернете. Но при выходе из англоязычного культурного пространства возникает необходимость пояснить статус этих авторов. В таких случаях нами дается примечание с указанием специализации, места работы и основных достижений упомянутого эксперта.

И, наконец, последний момент, который надо иметь в виду при чтении книги Билла Брайсона, – она написана англичанином. Поэтому его в первую очередь интересует наука, сделанная в Великобритании (made in UK) или, немного шире, в англоязычном мире. Достижения вечных соперников французов традиционно даются со слегка ироничным подтекстом, а на долю других стран приходится лишь отдельные имена. Так, из российских ученых подробно говорится лишь о Менделееве.

Но не стоит обижаться на эту невольную предвзятость. Возможно, отчасти благодаря ей, а также многочисленным ссылкам на работы других научных писателей, Брайсон получил в 2004 году премию «Авентис», присуждаемую Лондонским королевским обществом и Британской национальной академией наук за лучшую научно-популярную книгу года. А уже благодаря этой премии «Краткая история» получила международную известность, были проданы сотни тысяч экземпляров, книгу перевели на многие языки, в том числе и на русский. Русское издание также пользовалось огромной популярностью и мгновенно стало библиографической редкостью.

Сегодня перед вами – новое, проверенное и исправленное, издание этого мирового бестселлера. И у вас снова есть замечательная возможность провести несколько вечеров за увлекательным и познавательным чтением.

Александр Сергеев 2006–2013

От автора

Сейчас, в начале 2003 года, я держу перед собой несколько страничек доброжелательных и тактичных замечаний Иана Таттерсолла из Американского музея естественной истории. Он, среди прочего, отмечает, что Перигё не винодельческий район, что, несмотря на изобретательность моего решения, как-то не принято выделять курсивом классификационные подразделения выше уровня рода и вида, что я упорно искажаю написание Олоргезайли (места, где я побывал совсем недавно) и далее в том же духе касательно двух глав, относящихся к сфере его интересов – первобытному человеку.

Кто знает, сколько еще авторских ляпов выплывет на этих страницах. Но благодаря, в частности, доктору Таттерсоллу и всем, кого я собираюсь здесь отметить, их будет на много сотен меньше. Я не могу приступить к повествованию, не поблагодарив должным образом тех, кто помог мне написать эту книгу. Особенно я обязан тем, кто с неизменным великодушием и любезностью проявлял поистине героическое терпение, отвечая на один бесконечно повторявшийся простой вопрос: «Прошу прощения, но не объясните ли вы это еще раз?»

В Англии на мои вопросы отвечали Дэвид Кэплин из Имперского колледжа в Лондоне; Ричард Форти, Лен Эллис и Кейти Уэй из Музея естественной истории; Мартин Рафф из Университетского колледжа в Лондоне; Розалинд Хардинг из Института биологической антропологии в Оксфорде; доктор Лоренс Смаджи, ранее работавший в институте Уэллком, и Кит Блэкмор из *Times*.

В Соединенных Штатах: Иан Таттерсолл из Американского музея естественной истории в Нью-Йорке; Джон Торстенсен, Мэри К. Хадсон и Дэвид Бланчфлауэр из Дартмутского колледжа в Гановере, штат Нью-Гэмпшир; доктор Уильям Эбду и доктор Брайен Марш из медицинского центра Дартмут-Хичкок в Ливане, штат Нью-Гэмпшир; Рэй Андерсон и Брайен Витцке из Департамента естественных ресурсов Айовы, Айова-Сити; Майк Вурхис из университета штата Небраска и парка вулканических окаменелостей близ Орчарда, штат Небраска; Чак Оффенбургер из университета Буэна Висты, Сорм-Лейк, штат Айова; Кен Рэнкорт, руководитель научных исследований обсерватории Маунт Вашингтон, Горхэм, штат Нью-Гэмпшир; Пол Досс, геолог Йеллоустонского национального парка, и его жена Хейди, также сотрудница национального парка; Фрэнк Асаро из Калифорнийского университета в Беркли; Оливер Пейн и Линн Эддисон из Национального географического общества; Джеймс О. Фарлоу из университета Индиана-Пэрдю; Роджер Л. Ларсон, профессор морской геофизики университета Род-Айленда; Джефф Гуинн из газеты *Star Telegram* в Форт-Уорте; Джерри Кастен из Далласа, штат Техас, и сотрудники Исторического общества Айовы в Де-Мойне.

В Австралии: его преподобие Роберт Эванс из Хейзелбрука, штат Новый Южный Уэльс; доктор Джилл Кейни из Австралийского бюро метеорологии; Алан Торн и Виктория Беннет из Австралийского национального университета в Канберре; Луиза Бурке и Джон Хоули из Канберры; Энни Милн из *Sydney Morning Herald*; Иан Новак, ранее работавший в Геологическом обществе Западной Австралии; Томас Х. Рич из Музея штата Виктория; Тим Флэннери, директор Музея Южной Австралии в Аделаиде; Натали Папуорт и Алан Макфадьен из Королевского ботанического сада Тасмании, Хобарт и оказавшие мне большую помощь сотрудники библиотеки штата Новый Южный Уэльс в Сиднее.

Кроме того, Сю Сьюпервилль, заведующая информационным центром Музея Новой Зеландии в Веллингтоне; доктор Эмма Мбуа, доктор Коэн Маес и Джиллани Нгалла из Кенийского национального музея в Найроби.

Я также во многом очень обязан Патрику Джонсон-Смиту, Джеральду Ховарду, Марианне Велманс, Элисон Таллет, Джиллиан Сомерскейлс, Ларри Финлею, Стиву Рабину, Джеду Маттсу, Кэрол Хитон, Чарльзу Эллиоту, Дэвиду Брайсону, Фелисити Брайсон, Дэну Маклину,

Нику Сазерну, Джеральду Энегельбретсену, Патрику Галлахеру, Ларри Эшмиду и необычайно приветливому персоналу библиотеки Хоу в Гановере, штат Нью-Гэмпшир.

И, как всегда, я выражаю глубочайшую благодарность моей дорогой терпеливой несравненной жене Синтии.

Введение

Добро пожаловать. И поздравляю. Я счастлив, что вам это удалось. Знаю, что попасть сюда было нелегко. Вообще-то я полагаю, что это было несколько труднее, чем вы можете подумать.

Начать с того, что для вашего присутствия здесь сегодня нужно было, чтобы триллионы непрестанно перемещающихся атомов каким-то замысловатым и необычайно строго определенным образом собрались вместе, породив вас. Их расположение настолько индивидуально и специфично, что никогда раньше не возникало и будет существовать лишь единожды, в этот раз. В течение многих дальнейших лет (мы надеемся) эти крошечные частицы будут безропотно участвовать в миллиардах своевременных совместных действий, необходимых для того, чтобы сохранить вас невредимым и дать возможность испытать в высшей степени приятное, но обычно недооцениваемое состояние, известное как жизнь.

Зачем атомам так утруждать себя – небольшая загадка. Быть вами – не такое уж благодарное занятие на атомном уровне. При всей их преданности и заботе вашим атомам на вас наплевать – в сущности, они даже не знают о вашем существовании. Даже не догадываются, что они сами находятся здесь. Они же, в конце концов, безмозглые частицы и сами по себе не наделены жизнью. (Довольно занятно представить, что если вы приметесь пинцетом расщипывать себя на части, атом за атомом, то получится куча мелкой атомной пыли, причем ни одна пылинка никогда не была живой, но все вместе когда-то были вами.) Однако почему-то на протяжении вашей жизни они будут неукоснительно подчиняться единственному импульсу: сохранять вас такими, как есть.

А плохая новость заключается в том, что атомы непостоянны и время их преданности нам быстротечно – поистине быстротечно. Даже долгая человеческая жизнь достигает всего лишь около 650 тысяч часов. И когда эта скромная веха вдруг появляется перед глазами или маячит где-то поблизости, ваши атомы по неизвестным причинам прекращают служить вам, молча демонтируют свои конструкции и расходятся по другим предметам. А с вами все.

И все же вы можете радоваться, что наше появление на свет вообще случается. Строго говоря, во Вселенной, насколько мы можем утверждать, такого больше нет. Это весьма странно, потому что атомы, которые так охотно сбиваются в кучу, создавая живые существа на Земле, точно такие же, что отказываются делать это в других местах. Что бы там ни было еще, но на уровне химии жизнь на удивление обыденная штука: углерод, водород, кислород и азот, немного кальция, примесь серы, редкие пылинки других самых обычных элементов – ничего такого, чего нельзя найти в любой простой аптеке, – и это все, что нужно. Единственная особенность составляющих вас атомов заключается в том, что они составляют вас. Это, конечно, и есть чудо жизни.

Но независимо от того, порождают атомы жизнь в других уголках Вселенной или нет, они создают множество других вещей; без них не было бы воды, или воздуха, или горных пород, не было бы звезд и планет, далеких газовых облаков и завихряющихся туманностей и любых других вещей, составляющих Вселенную, такую привычно материальную. Атомы настолько многочисленны и непреложны, что мы легко упускаем из виду, что вообще-то в их существовании нет необходимости. Нет закона, требующего, чтобы Вселенная наполнялась малыми частицами материи, или порождала свет и тяготение, или обладала другими физическими свойствами, от которых зависит наше существование. Нет никакой необходимости и в существовании самой Вселенной. Долгое время ее и не было. Не было атомов, и для них не было Вселенной, по которой они бы свободно плавали. Не было ничего – нигде совсем ничего.

Так что слава богу, что есть атомы. Но то обстоятельство, что у вас есть атомы и что они охотно собираются именно таким образом, лишь отчасти объясняет, как вы тут появились. Для

того чтобы оказаться здесь теперь, в XXI веке, живым и к тому же достаточно сообразительным, чтобы это осознать, вам также надо было стать результатом необычайной череды биологических везений. Выживание на Земле – удивительно хитрое дело. Из миллиардов и миллиардов живых видов, существовавших с начала времен, большинства – как предполагают, 99,99 процента – больше здесь нет. Как видите, жизнь на Земле не только коротка, но и пугающе шатка. В том и состоит курьезность нашего существования, что мы обитаем на планете, которая очень хорошо поддерживает жизнь, но еще лучше ее истребляет.

Биологический вид сохраняется на Земле в среднем всего лишь около четырех миллионов лет, так что если вы хотите оставаться здесь миллиарды лет, то должны быть такими же непостоянными, как составляющие вас атомы. Вы должны быть готовы менять в себе любые характеристики: облик, размер, цвет, видовую принадлежность – словом, все – и делать это неоднократно. Конечно, сказать куда легче, чем сделать, ведь процесс изменений идет наугад. Чтобы из «крошечной капельки первичного бульона» (как говорится в песенке Гилберта и Салливана¹²) стать сообразительным прямоходящим современным человеком, вам потребовалось снова и снова на протяжении чрезвычайно долгого времени и точно вовремя раз за разом менять свои черты и особенности. Так что в разные периоды за последние 3,8 миллиарда лет вы сначала терпеть не могли кислорода, а потом души в нем не чаяли, отращивали плавники и конечности, щеголяли крыльями, откладывали яйца, мелькали в воздухе раздвоенным язычком, были гладкими, были пушистыми, жили под землей, жили на деревьях, были большими, как олень, и маленькими, как мышь, и принимали образ миллионов других созданий. Малейшее отклонение от любого из этих зигзагов эволюции – и теперь вы, возможно, слизывали бы водоросли со стен пещеры, или, как морж, нежились бы где-нибудь на каменистом берегу, или, выдувая воздух из отверстия в затылке, ныряли бы на шестьдесят футов, чтобы набрать полный рот обитающих на дне вкусных червей.

Вам повезло не только в том, что с незапамятных времен вы принадлежите благоприветствуемой эволюционной линии, но вам также в высшей степени – можно сказать, чудесным образом – повезло с собственной родословной. Задумайтесь над тем, что за 3,8 миллиарда лет, период дольше времени существования земных гор, рек и океанов, все до одного ваши предки с обеих сторон были достаточно привлекательны, чтобы найти себе пару, достаточно здоровы, чтобы дать потомство, и достаточно вознаграждены судьбой и обстоятельствами, чтобы прожить для этого достаточно долго. Никто из имевших к вам отношение предков не был раздавлен, проглочен, не утонул, не умер с голоду, не завяз в грязи, не был не ко времени ранен или каким-либо иным образом не отклонился от продиктованного жизнью влечения передать частичку генетического материала нужному партнеру в нужный момент, дабы сохранить единственно возможную последовательность наследуемых сочетаний, которые могли иметь поразительным, хотя и недолговечным конечным результатом – вас.

В книге рассказывается о том, как это произошло, – в частности, о том, как мы совсем из ничего стали чем-то, потом частичка этого чего-то стала нами, а также о том, что было между этим и после. Разумеется, надо охватить уйму вещей, потому книга и называется «Краткая история почти всего», хотя, по правде говоря, она далеко не обо всем. Да и не могла быть. Но если повезет, ближе к концу, может быть, появится ощущение, что обо всем.

Отправным пунктом для меня послужил, каким бы он ни был, школьный учебник естествознания, который был у меня в четвертом или пятом классе. Книжка была стандартным учебником 1950 года – потрепанным, нелюбимым, увесистым, но ближе к началу там была

¹ Драматург Уильям Гилберт (*William Gilbert*, 1836–1911) и композитор Артур Салливан (*Arthur Sullivan*, 1842–1900) – культовые английские авторы, написавшие 14 комических опер, цитаты из которых с детства знакомы большинству британцев. Приведенная цитата – из сатирической оперы «Микадо» (1885): «Я могу проследить свою родословную до крошечной капельки первичного бульона. Следовательно, честь моей семьи – это нечто невообразимое».

² Цифрами здесь и далее обозначены примеч. науч. ред. (в конце книги).

иллюстрация, которая меня просто очаровала: схема, изображавшая внутренность Земли, как она выглядела бы, если вырезать большим ножом и аккуратно вынуть кусок, составляющий примерно четверть целого.

Трудно поверить, что раньше я никогда не видел такой иллюстрации, но, очевидно, не видел, потому что отчетливо помню, что был поражен. Откровенно говоря, полагаю, что первоначальный интерес был вызван собственным воображением. Я представил, как вереницы ничего не подозревавших, мчавшихся на восток по американским равнинным штатам водителей валяться с края неожиданно возникшего обрыва высотой шесть с половиной тысяч километров, протянувшегося от середины Америки до Северного полюса. Но постепенно мое внимание переключилось на научную сторону рисунка и до меня дошло, что Земля состоит из отдельных слоев, заканчивающихся в центре раскаленным добела шаром из железа и никеля, таким же горячим, если верить надписи, как поверхность Солнца. Помню, что с удивлением подумал: «Откуда они знают?»

В правильности этих сведений я не сомневался ни на минуту – я все еще склонен доверять мнениям ученых, так же как я доверяю тому, что мне говорят врачи, водопроводчики и другие обладатели сокровенных, недоступных простым смертным знаний, – но до меня, хоть убей, не доходило, каким образом человеческий ум смог дознаться, как выглядит и из чего состоит то, что размещается в тысячах километров под нами, чего не видел ни один глаз, куда не мог проникнуть никакой рентгеновский луч. Для меня это было просто чудом. С той поры я придерживаюсь этого своего представления о науке.

В тот вечер я забрал книгу домой и, забыв об ужине, с нетерпением раскрыл ее – видно, поэтому мать потрогала мой лоб и спросила, здоров ли я, – и принялся читать с первой страницы.

Скажу вам, книга оказалась ничуть не захватывающей. Даже не совсем вразумительной. Прежде всего она не содержала ответов ни на один из вопросов, которые возбудил рисунок в нормальном пытливом уме. Как получилось, что в середине нашей планеты оказалось Солнце и откуда узнали, насколько там горячо? И если там внутри все горит, почему земля у нас под ногами не горяча на ощупь? И почему остальное внутреннее пространство не плавится – а может быть, плавится? И когда ядро в конце концов выгорит, не рухнет ли часть Земли в пустоту, оставляя огромную дыру на поверхности? И откуда об этом знают? Как все это выяснили?

Но автор странным образом умалчивал об этих частностях – в общем, умалчивал обо всем, кроме антиклиналей, синклиналей, аксиальных разломов и прочего в том же духе. Словно он хотел сохранить в тайне все интересные вещи, сделав их не постижимыми здравым рассудком. С годами я стал подозревать, что это вовсе не чья-то личная прихоть. Казалось, среди авторов учебников существовал широкий таинственный сговор, дабы изложение ими своего предмета даже на самую малость не приблизилось к области интересного и всегда оставалось чем-то вроде дальнего телефонного вызова, поступившего от чего-то действительно увлекательного.

Теперь-то я знаю, что, к счастью, есть множество научных писателей, из-под пера которых выходят самые доступные, самые захватывающие произведения. Только на одной букве алфавита их сразу трое: Тимоти Феррис, Ричард Форти, Тим Флэннери (не говоря уж о ныне покойном божественном Ричарде Фейнмане), – но, к сожалению, никто из них не написал учебника, которым бы мне довелось пользоваться. Все мои учебники были написаны мужами (всегда мужами), придерживавшимися занятого мнения, что все становится ясным, если выражено формулой, и любопытного заблуждения, что американские дети по достоинству оценят, если главы будут заканчиваться вопросами, над которыми можно будет поразмышлять в свободное время. Так что я вырос с убеждением, что наука – в высшей степени унылая вещь, хотя и подо-

зревал, что так не должно быть. Я не слишком задумывался над всем этим и не предполагал, что могу сам чем-то в этом деле помочь. Так продолжалось довольно долгое время.

Потом, много позднее – думаю, около четырех или пяти лет тому назад, – во время долгого полета через Атлантику, когда я бездумно глядел в иллюминатор на залитый лунным светом океан, меня вдруг – и это было довольно неприятно – осенило, что я не знаю простых вещей о единственной планете, на которой собираюсь прожить всю жизнь. Например, я не имел представления о том, почему океаны соленые, а Великие озера – нет. Ни малейшего представления. Я не знал, становятся ли океаны со временем солонее или нет и стоит ли мне вообще проявлять беспокойство по этому поводу. (Весьма рад вам сообщить, что до конца 1970-х годов ученые тоже не знали ответов на эти вопросы. Просто предпочитали не говорить об этом во всеуслышанье.)

Соленость океана, разумеется, представляла лишь крошечную частицу моего невежества. Я не знал, что такое протон и что такое протеин, не мог отличить кварк от квазара, не понимал, как геологи могли, взглянув на слои породы в каньоне, определить ее возраст – вообще ничего не знал. Мною исподволь овладело необычное желание немного разобраться в этих вопросах и прежде всего понять, как удалось до всего этого докопаться. Как ученые все это вычисляют, определяют, расшифровывают – это оставалось для меня поражающей воображение загадкой. Откуда они знают, сколько весит Земля, или сколько лет горным породам, и что вообще находится там, глубоко в центре? Откуда знают, как и когда начиналась Вселенная и как она тогда выглядела? Откуда знают, что происходит внутри атома? И, коль на то пошло – а по здравом размышлении это, возможно, самое главное, – как получается, что ученые, которые, как часто кажется, знают почти все, не могут предсказать землетрясение или даже сказать, стоит ли брать с собой зонтик, отправляясь в среду на беге?

Так что я решил посвятить часть своей жизни – как оказалось, три года – чтению книг и журналов и поиску ангельски терпеливых специалистов, готовых отвечать на уйму необычайно глупых вопросов. Я хотел выяснить, действительно ли нельзя понять и по достоинству оценить – подивиться, даже насладиться чудесами и достижениями науки на уровне, не слишком изобилующем техническими подробностями и не требующем глубоких знаний, но и не совсем на поверхностном.

Таковы были мой замысел и моя надежда, и для этого была задумана настоящая книга. Во всяком случае, нам придется освоить значительный объем сведений в значительно более короткий срок, чем отпущенные нам 650 тысяч часов, так что начнем.

Часть I. Затерянные в космосе

Все они в одной плоскости. Все вращаются в одном направлении... Понимаете, это совершенно. Это великолепно. Это почти сверхъестественно.

Астроном Джеффри Мэрси о Солнечной системе

Глава 1. Как создать вселенную

Как бы вы ни старались, вы никогда не сможете постичь, насколько мал, насколько пространственно ничтожен протон. Он просто крайне мал.

Протон – безмерно малая часть атома, который и сам-то представляет собой нечто весьма несущественных размеров. Протоны настолько малы, что крошечная точка над буквой «i» содержит их около 50 000 000 000 000 000 штук, что значительно больше числа секунд, составляющих полмиллиона лет. Так что протоны исключительно микроскопичны, если не сказать сильнее.

Теперь представьте, что вам удалось (хотя, конечно, у вас это не получится) сжать один из протонов до одной миллиардной его обычного размера, так, чтобы рядом с ним обычный протон казался громадным. Упакуйте в это крошечное-крошечное пространство примерно столовую ложку вещества. Отлично. Вы готовы положить начало Вселенной.

Я, разумеется, полагаю, что вы желаете создать инфляционную Вселенную. Если вместо нее вы предпочитаете создать более старомодную Вселенную стандартного Большого взрыва, то вам понадобятся дополнительные материалы. В сущности, вам нужно будет собрать все, что есть в мире, – все до последней пылинки и частицы материи отсюда и до края мироздания, – и втиснуть все это в область столь бесконечно малую, что она вообще не имеет размеров. Это называется сингулярностью.

В обоих случаях готовьтесь к действительно большому взрыву. Наблюдать это зрелище вы, очевидно, пожелаете из какого-нибудь безопасного места. К сожалению, отойти некуда, потому что за пределами сингулярности нет никакого *где*. Начав расширяться, Вселенная не будет заполнять окружающую пустоту. Единственное пространство, которое существует, – это то, которое создает она сама по мере расширения.

Очень естественно, но неправильно представлять себе сингулярность чем-то вроде беременной точки, висящей в темной безграничной пустоте. Но нет никакой пустоты, нет темноты. У сингулярности нет никакого «вокруг». Нет пространства, которое можно было бы занять, нет никакого места, где бы она находилась. Мы даже не можем задать вопрос, сколько времени она там находится – то ли она только что внезапно возникла, как удачная мысль, то ли была там вечно, спокойно выжидая подходящего момента. Времени не существует. У нее нет прошлого, из которого предстоит выйти.

И вот так, из ничего начинается наша Вселенная.

Одним ослепительным импульсом, в триумфальное мгновение, столь стремительно, что не выразить словами, сингулярность расширяется и обретает космические масштабы, занимая не поддающееся воображению пространство. Первая секунда жизни (секунда, которой многие космологи посвящают жизнь, изучая все более короткие ее мгновения) производит на свет тяготение и другие силы, которые правят в физике. Менее чем за минуту Вселенная достигает в поперечнике миллиона миллиардов километров и продолжает стремительно расти. В этот момент очень жарко, 10 миллиардов градусов, этого достаточно, чтобы протекали ядерные реакции, которые порождают самые легкие элементы – главным образом водород и гелий с

крошечной добавкой лития (примерно один атом на сто миллионов). За три минуты формируется 98 процентов всей материи, которая существует сейчас или будет когда-либо существовать. Мы получили Вселенную. Место с удивительными и вдохновляющими перспективами, к тому же очень красивое. И все сделано за время, которое уходит на приготовление сэндвича.

Когда это случилось – вопрос дискуссионный. Космологи давно спорят, произошло ли сотворение мира десять миллиардов лет назад, вдвое раньше или же где-то между этими моментами. Общее мнение, похоже, склоняется к величине 13,7 миллиарда лет, но, как мы увидим дальше, такие вещи до обидного трудно измерить. По существу, все, что можно сказать, это то, что в какой-то неопределенной точке в очень далеком прошлом по неизвестным причинам имел место момент, обозначаемый в науке как $t = 0$. С него все и началось. Конечно, мы еще очень многого не знаем и часто думаем, будто знаем то, чего на самом деле не знаем, или долгое время так думали. Даже сама идея Большого взрыва возникла совсем недавно. Она подробно обсуждается с 1920-х годов, когда бельгийский аббат и ученый Жорж Леметр впервые предложил ее в качестве рабочей гипотезы, но по-настоящему активно она не применялась в космологии до середины 1960-х годов, когда двое молодых радиоастрономов случайно сделали удивительное открытие³.

Их звали Арно Пензиас и Роберт Уилсон. В 1965 году они пытались использовать большую коммуникационную антенну в Холмделе, штат Нью-Джерси, принадлежавшую компании «Лаборатории Белла», но работу затруднял непрерывный фоновый шум – постоянное шипение, делавшее невозможным проведение экспериментов. Шум был постоянный и однородный. Он приходил из любой точки неба, день и ночь, в любое время года. Целый год молодые астрономы делали все возможное, чтобы найти источник шума и устранить его. Они протестировали каждую электрическую цепь. Они перебрали аппаратуру, проверили контуры, перекрутили провода, зачистили контакты. Они забрались на тарелку антенны и заклеили лентой каждый шов, каждую заклепку. Они вернулись туда с метлами и жесткими щетками и тщательно вычистили, как писали позднее в научной статье, «белое диэлектрическое вещество», которое в обиходе называют птичьим пометом. Ничто не помогало.

Им было невдомек, что всего в 50 километрах от них, в Принстонском университете, группа ученых во главе с Робертом Дикке билась над тем, как найти то самое, от чего они так усердно старались избавиться. Принстонские исследователи разрабатывали идею, выдвинутую в 1940-х годах астрофизиком Георгием Гамовым, уроженцем России: что если заглянуть достаточно глубоко в космос, то можно обнаружить некое фоновое космическое излучение, оставшееся от Большого взрыва. Гамов рассчитал, что к моменту, когда это излучение пересечет космические просторы и достигнет Земли, оно будет представлять собой микроволны⁴. Немного позднее он даже предложил инструмент, который мог бы их зарегистрировать: антенну компании «Лаборатории Белла» в Холмделе. К сожалению, ни Пензиас, ни Уилсон, ни кто-либо из членов принстонской группы не читал эту статью Гамова.

Шум, который слышали Пензиас и Уилсон, конечно же, был шумом, который теоретически предсказал Гамов. Они обнаружили край Вселенной⁵, или по крайней мере ее видимой

³ Космология Большого взрыва, а точнее, расширяющейся Вселенной развивалась с 1917 г., когда Виллем де Ситтер нашел решение уравнений Эйнштейна, описывающее расширение пустого пространства. Александр Фридман в 1922 г. нашел решения, из которых следовало, что Вселенная, заполненная материей, должна либо расширяться, либо сжиматься. Эдвин Хаббл в 1929 г. независимо обнаружил разбегание галактик. Георгий Гамов в 1946 г. понял, что расширяющаяся Вселенная в прошлом должна была быть горячей. Но только после открытия Пензиаса и Вильсона космология Большого взрыва получила всеобщее признание среди космологов.

⁴ Микроволновое излучение занимает в электромагнитном спектре промежуточное положение между инфракрасным и радиодиапазонами. Микроволны широко применяются для приготовления пищи в микроволновых печах, а в последнее время – для сканирования багажа в аэропортах.

⁵ Фотоны были во Вселенной и раньше, но они не могли пробиться через горячее и плотное вещество, постоянно поглощались и переизлучались вновь. Только примерно через 300 тыс. лет после Большого взрыва Вселенная достаточно остыла

части, на расстоянии более ста миллиардов триллионов километров. Они «видели» первые фотоны – древнейший свет Вселенной, – хотя время и расстояние превратили их, как и предсказывал Гамов, в микроволны. В книге «Расширяющаяся Вселенная» Алан Гут приводит аналогию, помогающую представить это открытие в перспективе. Если считать, что вы всматриваетесь в глубины Вселенной, глядя вниз с сотого этажа Эмпайр-стейт-билдинг (где сотый этаж соответствует нашему времени, а уровень улицы – моменту Большого взрыва), то во время открытия Уилсона и Пензиаса самые отдаленные галактики были обнаружены в районе шестидесятих этажей, а самые далекие объекты – квазары – где-то в районе двадцатых. Открытие Пензиаса и Уилсона довело наше знакомство с видимой Вселенной до высоты в полдюйма от пола цокольного этажа.

Все еще не зная о причине шума, Уилсон с Пензиасом позвонили в Принстон Дикке и описали ему свою проблему, надеясь, что он подскажет решение. Дикке сразу понял, что обнаружили эти двое молодых людей. «Да, ребята, нас обошли», – сказал он своим коллегам, вешая трубку.

Вскоре *Astrophysical Journal*⁶ опубликовал две статьи: одну Пензиаса и Уилсона, описывавшую их опыт с регистрацией шипения, другую – группы Дикке, объяснявшую его природу. Хотя Пензиас и Уилсон не искали фоновое космическое излучение, не знали, что это такое, когда обнаружили его, а в своей статье не объяснили его природу, в 1978 году они получили Нобелевскую премию в области физики. Принстонским исследователям досталось лишь сочувствие. Согласно Деннису Овербаю⁷, автору книги «Одинокое сердца в космосе», ни Пензиас, ни Уилсон полностью не понимали значения того, что открыли, пока не прочли об этом в *The New York Times*. Между прочим, помехи от космического фонового излучения – это то, что все мы знаем по опыту. Настройте свой телевизор на любой канал, где нет трансляции, и около одного процента прыгающих электростатических помех, которые вы наблюдаете на экране, будут связаны с этими древними следами Большого взрыва. В следующий раз, когда вы будете жаловаться, что на экране ничего нет, вспомните, что вы всегда имеете возможность наблюдать рождение Вселенной.

Хотя все называют это Большим взрывом, многие книги предостерегают нас от того, чтобы представлять его как взрыв в обычном смысле. Это скорее было внезапное значительное расширение колоссальных масштабов. Так что же его вызвало?

Одна из точек зрения состоит в том, что сингулярность была реликтом более ранней сколлапсировавшей Вселенной, что наша Вселенная – всего лишь одна из вечного круговорота вселенных, расширяющихся и сжимающихся, подобно пневматической камере кислородного аппарата. Другие объясняют Большой взрыв так называемым «ложным вакуумом», «скалярным полем» или «вакуумной энергией» – неким свойством или сущностью, которая каким-то образом привнесла определенную неустойчивость в имевшее место небытие. Кажется, что получить нечто из ничего невозможно, но факт состоит в том, что когда-то не было ничего, а теперь налицо Вселенная, и это служит очевидным доказательством подобной возможности. Быть может, наша Вселенная – всего лишь часть множества более крупных вселенных, располагающихся в разных измерениях, и Большие взрывы происходят постоянно и повсюду. Или, возможно, пространство и время имели до Большого взрыва совершенно иные формы, слишком чуждые нашему пониманию, и Большой взрыв – это своего рода переходный этап, когда Вселенная из непостижимой для нас формы переходит в форму, которую мы почти можем

для того, чтобы фотоны смогли миллиарды лет свободно лететь в пространстве, пока их не поймут земные детекторы.

⁶ *Astrophysical Journal* («Астрофизический журнал») – ведущее мировое издание по астрономии и астрофизике.

⁷ Деннис Овербай (*Dennis Overbye*) – научный журналист, постоянный автор газеты *The New York Times*, был редактором и автором научно-популярных журналов *Discover* и *Sky & Telescope*.

понять. «Все это очень близко к религиозным вопросам», – говорил в 2001 году корреспонденту *The New York Times* космолог Андрей Линде⁸.

[illegible]

Большая часть того, что мы знаем, или считаем, что знаем, о первых моментах Вселенной, вытекает из концепции, получившей название инфляционной теории, которая впервые была предложена на обсуждение в 1979 году специалистом по элементарным частицам, младшим научным сотрудником Стэнфордского университета Аланом Гутом, ныне работающим в Массачусетском технологическом институте. Ему было тогда тридцать два года, и, по собственному признанию, он никогда раньше ничем подобным всерьез не занимался. Возможно, он никогда бы и не выдвинул свою замечательную теорию, если бы случайно не попал на лекцию о Большом взрыве, прочитанную не кем иным, как Робертом Дикке. Лекция пробудила у Гута интерес к космологии, в особенности к вопросу о рождении Вселенной.

В итоге появилась инфляционная теория, согласно которой Вселенная претерпела внезапное поражающее воображение расширение. Она раздувалась – фактически убегая от самой себя, удваиваясь в размерах каждые 10^{-34} секунды. Весь эпизод, возможно, продолжался не более 10^{-30} секунды – это одна миллионномиллионномиллионномиллионномиллионная доля секунды, – но он превратил Вселенную, которая уместилась бы в вашей руке, в нечто по крайней мере в 10 000 000 000 000 000 000 000 000 раз большее. Теория инфляции объясняет появление во Вселенной ряби и завихрений, которые сделали наш мир таким, каким мы его знаем. Без них не возникло бы сгустков материи, а значит и звезд, и были бы только газ и вечная тьма.

Согласно теории Гута, за одну десятиллионотриллионотриллионотриллионную секунды возникла гравитация. Еще через один смехотворно короткий период времени к ней присоединился электромагнетизм, а также сильное и слабое ядерные взаимодействия – основные игрушки физиков. Мгновением позже к ним добавились скопления элементарных частиц – игрушки этих игрушек. Совершенно из ничего вдруг возникли тучи фотонов, протонов, электронов, нейтронов и множество других частиц в количестве где-то от 10^{79} до 10^{89} каждого вида. Примерно так это описывает общепринятая теория Большого взрыва.

⁸ Андрей Дмитриевич Линде (р. 1948) – астрофизик, профессор физики в Стэнфордском университете, США. Закончил МГУ, защитил диссертацию в ФИАН (1975). Известен вкладом в разработку инфляционной модели Вселенной. В 2002 г. награжден медалью Дирака.

⁹ Несколько слов о научной нотации. Поскольку очень большие числа тяжело писать и почти невозможно прочесть, ученые применяют сокращения, использующие степени десятки. В этих обозначениях, например, 10 000 000 000 записывается как 10^{10} , а 6 500 000 превращается в $6,5 \times 10^6$. Принцип очень прост – он основан на свойстве умножения на десять: 10×10 (то есть 100) становится 10^2 ; $10 \times 10 \times 10$ (или 1000) – 10^3 и так далее до бесконечности. Маленький верхний индекс означает число нулей, следующих за крупным основным числом. Обозначения со знаком «минус» имеют зеркальный смысл: число сверху указывает на количество позиций справа от десятичной запятой (например, 10^{-4} означает 0,0001). Хотя я приветствую это правило, меня по-прежнему поражает, как кто-то, глядя на запись « $1,4 \times 10^9 \text{ км}^3$ », сразу видит, что это означает 1,4 миллиарда кубических километров, и в не меньшей мере удивляет, что они предпочитают первое последнему в печати (особенно в книге для широкой публики, откуда был взят этот пример). Исходя из того, что многие читатели, как и я, не сильны в математике, я буду пользоваться такими обозначениями умеренно, хотя иногда их не избежать, особенно в главе, касающейся предметов космического масштаба. – *Здесь и далее примеч. авт.*

Представить себе такие огромные числа, конечно, нельзя. Достаточно просто знать, что в одно шумное мгновение нас одарили такой огромной Вселенной – не меньше сотни миллиардов световых лет в поперечнике согласно теории, хотя, возможно, и намного больших размеров вплоть до бесконечности – и эта Вселенная идеально приспособлена для создания звезд, галактик и других сложных систем.

Что удивительно с нашей точки зрения, так это то, как удачно все это обернулось для нас. Если бы Вселенная оказалась немного иной – если бы гравитация была чуть сильнее или слабее, если бы расширение протекало чуть медленнее или быстрее, – тогда, возможно, не было бы устойчивых элементов, из которых мы с вами состоим, и земли, по которой мы ходим. Окажись гравитация немного сильнее, и Вселенная обрушилась бы внутрь себя, как плохо поставленная палатка, не достигнув надлежащих размеров, плотности и состава. Но будь гравитация слабее, не возникло бы конденсаций материи, и Вселенная навсегда осталась бы унылой рассеянной пустотой.

В этом одна из причин того, почему некоторые специалисты считают, что может быть множество других Больших взрывов – возможно, триллионы и триллионы, – разбросанных по громаде вечности, а мы существуем именно в этой конкретной Вселенной потому, что можем существовать только здесь¹⁰. Как однажды заметил Эдвард Трайон¹¹ из Колумбийского университета: «В ответ на вопрос, почему это произошло, я предлагаю скромное соображение, что наша Вселенная – просто одна из таких, которые время от времени появляются». Гут к этому добавляет: «Хотя рождение Вселенной может быть крайне маловероятным, Трайон подчеркивал, что никто не считал неудавшихся попыток».

Британский Королевский астроном Мартин Рис считает, что существует множество, возможно, бесконечное число вселенных – все с разными свойствами в различных сочетаниях – и что мы просто живем в одной из них, где вещи сочетаются таким образом, который позволяет нам существовать. Он проводит аналогию с очень большим магазином одежды: «Если там широкий ассортимент, вас не удивит, что вы найдете подходящий костюм. Если существует множество вселенных, каждая из которых управляется своим набором параметров, то среди них будет хотя бы одна, в которой реализовался особый набор параметров, подходящий для жизни. Мы находимся в такой Вселенной».

Рис утверждает, что имеется шесть величин, которые в основных чертах определяют свойства нашей Вселенной, и, если бы любое из этих значений хотя бы немного изменилось, дела пошли бы совсем не так, как теперь. Например, для существования Вселенной в том виде, как она есть, требуется, чтобы водород превращался в гелий строго определенным и весьма неторопливым способом – а именно, чтобы при этом семь тысячных долей массы переходили в энергию. Слегка снизьте это значение – скажем, с 0,007 до 0,006, и превращения не произойдет: Вселенная будет содержать только водород и ничего больше. Слегка повысьте его – до 0,008, и реакции пошли бы так бурно, что водород уже давно закончился бы. В обоих случаях малейшее изменение значений – и той Вселенной, какую мы знаем и какая нам нужна, просто не было бы.

Следует сказать, что *пока* все идет как надо. Но в долгосрочной перспективе гравитация может оказаться немного сильнее, чем надо; однажды она, возможно, остановит расширение Вселенной и заставит ее сжиматься, пока снова не втиснет ее в сингулярность, чтобы, возможно, начать весь процесс заново. С другой стороны, гравитация может оказаться слишком

¹⁰ Эта идея известна под названием антропного принципа.

¹¹ Эдвард Трайон (*Edward P. Tryon*) – профессор физики в Хантеровском колледже, специалист по теории кварков, общей теории относительности и космологии. В 1973 г. выдвинул идею, что Вселенная является крупномасштабной флуктуацией энергии вакуума.

слабой, и в этом случае Вселенная будет расширяться вечно, пока все не окажется настолько далеко друг от друга, что не останется никакой возможности для взаимодействия материи, и Вселенная станет очень просторным, но инертным и безжизненным местом. Третья возможность состоит в том, что гравитация окажется идеально настроенной – у космологов для этого есть термин «критическая плотность», в этом случае тяготение удержит Вселенную как раз в нужных размерах, чтобы дать возможность сложившемуся порядку вещей продолжаться вечно¹². Космологи в светлые моменты иногда называют это тонкой подстройкой параметров – имея в виду, что все, дескать, правильно. (Для сведения: эти три возможные вселенные известны соответственно как закрытая, открытая и плоская.)

А теперь вопрос, который в какой-то момент возникал у каждого из нас: что будет, если добраться до края Вселенной и, так сказать, высунуть голову за занавес? Где *окажется* голова, если она больше не будет во Вселенной? Что мы увидим за ее пределами? Ответ неутешительный: вы никогда не доберетесь до края Вселенной. И не потому даже, что добираться туда слишком долго – хотя это, конечно, так, – а потому, что если бы вы двигались все дальше и дальше по прямой линии, упрямо и бесконечно долго, то все равно никогда не достигли бы внешней границы. Вместо этого вы вернулись бы туда, откуда отправились (тут вы, по-видимому, упали бы духом и отказались от этой затеи). Объясняется это тем, что Вселенная изгибается особым образом, который невозможно как следует представить, в соответствии с теорией относительности Эйнштейна (о ней мы в свое время поговорим). А пока достаточно знать, что мы вовсе не плаваем в каком-то огромном раздувающемся пузыре. Пространство изогнуто таким образом, что остается безграничным, но конечным¹³. Строго говоря, неправильно даже утверждать, что пространство расширяется, потому что, как отмечает лауреат Нобелевской премии физик Стивен Вайнберг¹⁴, «солнечные системы и галактики не расширяются, и само пространство не расширяется». Галактики скорее разбегаются. Все это, похоже, бросает вызов интуиции. Или, как однажды замечательно отметил известный биолог Дж. Б. С. Холдейн¹⁵: «Вселенная не только более необычна, чем мы предполагаем; она необычнее, чем мы можем предположить».

Для объяснения кривизны пространства обычно приводится следующая аналогия – попробовать представить жителя вселенной плоских поверхностей, который никогда не видел шара и попал на Землю. Сколько бы он ни брел по поверхности планеты, он так и не обнаружил бы края. В конце концов он вернулся бы к тому месту, откуда начал путь, окончательно сбившим с толку. Так вот, в отношении космоса мы оказываемся в таком же положении, как и наш озадаченный флэтландец¹⁶, только нас приводит в смущение большее число измерений.

Так же, как не существует места, где можно найти край Вселенной, нет и центра, где можно встать и сказать: «Вот отсюда все началось. Вот самый центр всего сущего». Мы *все* в центре всего этого. Хотя в действительности мы не знаем этого наверняка; не можем доказать математически. Ученые просто исходят из того, что мы не можем быть центром Вселенной –

¹² Это не так. В случае критической плотности Вселенная тоже будет бесконечно расширяться и в конце концов опустеет. Но это будет происходить медленнее, чем в модели со слабой гравитацией. Статической модели Вселенной, которая бы перестала расширяться и не стала бы сжиматься, космология Большого взрыва не предлагает.

¹³ Конечность означает, что объем Вселенной можно выразить неким пусть и очень большим, но конкретным числом. Это возможно только в закрытой модели Вселенной. В открытой и плоской моделях объем Вселенной бесконечен. И ни в одном случае у Вселенной нет края или границы в пространстве.

¹⁴ Стивен Вайнберг (Steven Weinberg, р. 1933) – американский физик, лауреат Нобелевской премии 1979 г. за разработку теории электрослабого взаимодействия, объясняющего с единых позиций электромагнетизм и слабые ядерные силы. Автор ряда научно-популярных книг, самая известная из которых – «Первые три минуты», посвященная рождению Вселенной. Книга переведена на русский язык (М.: Эксмо, 2011).

¹⁵ Дж. Б. С. Холдейн (J. B. S. Haldane, 1892–1964) – британский генетик и эволюционный биолог, см. гл. 16.

¹⁶ Флэтландец – обитатель Флэтландии, двумерного мира, описанного в одноименной классической книге Эдвина Эббота (русский перевод: Флэтландия. Сферландия. СПб.: Амфора, 2001).

вы только вообразите себе, что бы это означало, – и потому явления должны быть одинаковыми для всех наблюдателей во всех местах. И все же точно мы этого не знаем.

Для нас Вселенная простирается на расстояние, которое покрыл свет за миллиарды лет со времени ее образования. Эта видимая Вселенная – Вселенная, которую мы знаем и о которой можем говорить, – имеет в поперечнике порядка миллиона миллионов миллионов миллионов (1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}) километров. Но согласно большинству теорий Вселенная в целом – метавселенная, как ее иногда называют – еще намного просторнее. Рису считает, что число световых лет в объёме этой большей, незримой Вселенной выразилось бы не «десятью нулями, даже не сотней нулей, а миллионами». Словом, пространство намного больше, чем вы можете представить, не утруждая себя попытками достичь чего-то еще более потустороннего.

Долгое время теория Большого взрыва имела один бросающийся в глаза пробел, беспокоивший множество людей, а именно она не могла объяснить, как здесь оказались мы. Хотя 98 процентов существующей материи создано Большим взрывом, эта материя состояла исключительно из легких газов: гелия, водорода и лития, о чем мы уже упоминали. Ни одной частицы тяжелых элементов, так необходимых для нашего существования – углерода, азота, кислорода и всех остальных, – не возникло из газового котла творения. Однако – и в этом состоит затруднение, – чтобы выковать эти тяжелые элементы, требуются тепло и энергия, сравнимые с самим Большим взрывом. Но был всего лишь один Большой взрыв, и он не произвел эти элементы. Тогда откуда же они взялись? Интересно, что человеком, нашедшим ответ на этот вопрос, был космолог, который от души презирал теорию Большого взрыва и само это название придумал в насмешку над ней.

Вскоре мы поговорим о нем подробнее, но, прежде чем мы вернемся к вопросу о том, как мы здесь оказались, хорошо бы несколько минут поразмыслить над тем, где в точности находится это «здесь».

Глава 2. Добро пожаловать в Солнечную систему

В наши дни астрономы могут делать самые поразительные вещи. Если бы кто-нибудь циркнул на Луне спичкой, они могли бы разглядеть эту вспышку. По самым незначительным пульсациям отдаленных звезд они могут сделать выводы о размерах, свойствах и даже о потенциальной обитаемости планет, слишком далеких, чтобы их разглядеть, – настолько далеких, что понадобилось бы полмиллиона лет, чтобы попасть туда на межпланетном корабле. Своими радиотелескопами они могут улавливать излучения настолько слабые, что общее количество энергии, полученной из-за пределов Солнечной системы, с тех пор как начались радионаблюдения (в 1951 году) на всех инструментах, взятых вместе, составляет, по словам Карла Сагана¹⁷, «меньше, чем энергия одной упавшей на землю снежинки».

Словом, во Вселенной происходит не так уж много такого, что астрономы не могли бы при желании обнаружить. Тем более удивительно, что до 1978 года никто не замечал, что у Плутона есть спутник. Летом того года молодой астроном Джеймс Кристи из обсерватории военно-морских сил США во Флэгстаффе, штат Аризона, просматривая фотографические изображения Плутона, вдруг заметил там что-то еще – что-то размазанное, неясное, но определенно иное, чем сам Плутон. Посоветовавшись с коллегой, Робертом Харрингтоном, он пришел к выводу, что это спутник. И не какой-нибудь спутник. Относительно своей планеты он был самым большим спутником в Солнечной системе.

В действительности это был своего рода удар по статусу Плутона как планеты, статусу, который никогда не был особенно твердым. Поскольку место, занимаемое спутником, и место, занимаемое Плутоном, раньше считалось одним целым, теперь это означало, что Плутон намного меньше, чем полагали прежде, – даже меньше Меркурия. Мало того, в Солнечной системе семь спутников, включая нашу Луну, превосходят Плутон по размеру.

Естественно, возникает вопрос, почему в нашей собственной Солнечной системе так долго не могли найти этот спутник? Ответ связан отчасти с тем, куда астрономы нацеливают свои инструменты, отчасти с тем, для каких целей они сконструированы, а отчасти с особенностями самого Плутона. Но главное – это куда направлены инструменты. По словам астронома Кларка Чапмана¹⁸: «Большинство людей думает, что астрономы приходят по ночам в обсерватории и разглядывают небо. Это не так. Почти все имеющиеся в мире телескопы предназначены вглядываться в крошечные участки неба, чтобы увидеть вдали квазар, или охотиться за черными дырами, или подробно рассмотреть отдаленную галактику. Единственная существующая сеть телескопов, сканирующих небо, сконструирована и построена военными¹⁹».

Мы избалованы рисунками художников и представляем себе четкость и разрешение снимков такими, каких на самом деле в астрономии нет. Плутон на снимке Кристи тусклый и размытый, как клочок космической ваты, а его спутник совсем не похож на романтически подсвеченный, резко очерченный шар, какой вы увидели бы на рисунке в *National Geographic*,

¹⁷ Карл Эдуард Саган (*Carl Edward Sagan*, 1934–1996) – американский астроном, астробиолог и выдающийся популяризатор науки, автор нескольких десятков книг, среди них «Космос» (русский перевод: СПб.: Амфора, 2008), по которой телекомпанией PBS был снят одноименный научно-популярный сериал. Благодаря его усилиям были начаты научные исследования по поиску жизни и разума во Вселенной. В частности, он был учредителем Планетарного общества, которое осуществляет программу *SETI*.

¹⁸ Кларк Чапман (*Clark Chapman*) – американский планетолог, специалист по астероидам и ударным кратерам в Солнечной системе. Участник научных групп межпланетных проектов *Galileo*, *NEAR*, *MESSENGER*. Автор ряда научно-популярных книг, в числе которых «Космические катастрофы», и большого количества научно-популярных статей.

¹⁹ На самом деле многие обсерватории работают над составлением так называемых обзоров неба в разных диапазонах излучения. Обычно для этого строится специальный телескоп, который систематически, квадрат за квадратом, снимает все доступное наблюдениям небо. Раньше такие обзоры обычно занимали много месяцев, а иногда и лет. В последнее время бурно развиваются сети широкоугольных телескопов-роботов, которые уже скоро смогут осматривать все ночное небо за несколько суток.

скорее, это еле заметный невнятный намек на еще одно мутное пятнышко. Оно было до того неотчетливым, что понадобилось еще семь лет, чтобы хоть кто-то снова нашел спутник и тем самым независимо подтвердил его существование.

Занятно, что Кристи сделал свое открытие во Флэгстаффе, ибо именно здесь в 1930 году был впервые обнаружен сам Плутон. Это значительное для астрономии событие в значительной мере является заслугой астронома Персиваля Лоуэлла. Лоуэлл, происходивший из одной из старейших и богатейших бостонских семей (той самой, о которой поется в известной песенке, что Бостон – это родина бобов и чудаков, где Лоуэллы разговаривают только с Кэботами, а Кэботы только с Богом), финансировал создание знаменитой обсерватории, носящей его имя, но самую неизгладимую память о себе он оставил благодаря гипотезе о том, что Марс покрыт каналами, построенными трудолюбивыми марсианами с целью переброски воды из районов полюсов к засушливым, но плодородным землям ближе к экватору²⁰.

Второе твердое убеждение Лоуэлла состояло в том, что где-то за Нептуном должна существовать еще не открытая девятая планета, окрещенная планетой X. В своем убеждении Лоуэлл исходил из неправильностей, которые он обнаружил в орбитах Урана и Нептуна, и посвятил последние годы жизни попыткам отыскать газовый гигант, который, как он был уверен, там находился. К несчастью, в 1916 году Лоуэлл скоропостижно скончался, отчасти из-за подорвавших его здоровье упорных поисков. Поиски прервались, а наследники Лоуэлла перессорились из-за его имущества. Однако в 1929 году, отчасти для того, чтобы отвлечь внимание от эпопеи с марсианскими каналами – к тому времени она уже серьезно пятнала репутацию, – правление Лоуэлловской обсерватории решило возобновить поиски и наняло для этого молодого канзасца Клайда Томбо.

Томбо формально не имел астрономического образования, но отличался старательностью и сметливостью, и после года терпеливых поисков ему наконец удалось обнаружить Плутон – еле видимую светлую точку среди сверкающих россыпей звезд. Это была удивительная находка, тем более поразительная, что представления Лоуэлла о занептуновой планете оказались полностью ошибочными. Томбо сразу увидел, что новая планета совсем не похожа на огромный газовый шар, о котором говорил Лоуэлл, – но все оговорки о природе новой планеты, которые высказывал сам Томбо или кто-то другой, тут же отметались прочь в сенсационной горячке, сопровождавшей любую важную новость в тот легко поддающийся возбуждению век. Это была первая открытая американцем планета, и никто не хотел думать о том, что вообще-то это всего лишь далекая от нас ледышка. Ее назвали Плутоном, отчасти потому, что первые две буквы составляли монограмму из инициалов Лоуэлла. Лоуэлла повсюду посмертно прославляли как величайшего гения, а Томбо был почти забыт, о нем помнили только в среде астрономов, изучающих планеты, которые глубоко его уважают.

Некоторые астрономы по-прежнему считают, что где-то там, возможно, существует и планета X – настоящая громадина, возможно, в десять раз больше Юпитера, но она так далека от нас, что пока остается невидимой. (Она получала бы так мало солнечного света, что ей было бы почти нечего отражать.) Есть мнение, что она может оказаться не обычной планетой, вроде Юпитера и Сатурна, – для этого она находится слишком далеко, поговаривают о величинах около 7 триллионов километров, а скорее – подобна недоделанному Солнцу. Большинство звездных систем в космосе являются двойными (состоящими из двух звезд), и это делает наше одинокое Солнце немного странным.

Что касается самого Плутона, то никто точно не знает, каковы его размеры²¹, из чего он состоит, какая у него атмосфера и что он вообще собой представляет. Многие астрономы

²⁰ Лоуэлл сам активно вел наблюдения в своей обсерватории. Хотя каналы на Марсе «обнаружил» не он, а итальянский астроном Джованни Скиапарелли, именно Лоуэлл прочно увязал их с фантастическими марсианами. Впоследствии, однако, не удалось обнаружить не только марсиан, но и каналы.

²¹ Размеры Плутона на сегодня определены довольно точно. Его диаметр составляет 2306 ± 20 км.

считают, что это вовсе не планета, а всего лишь самый крупный объект, найденный до сих пор в зоне космических обломков, известной как пояс Койпера²². На самом деле пояс Койпера был теоретически предсказан в 1930 году астрономом Ф. С. Леонардом, однако он носит имя работавшего в Америке голландца Джерарда Койпера, который развил эту идею. Пояс Койпера служит источником так называемых короткопериодических комет – тех, которые появляются сравнительно регулярно. Самая известная среди них – комета Галлея. Ведущие более удивительный образ жизни долгопериодические кометы (среди них недавние гости – кометы Хейла-Боппа и Хиякутаке) появляются из намного более далекого облака Оорта, о котором разговор еще впереди.

Несомненно, Плутон ведет себя не совсем так, как другие планеты. Он не только маленький и тусклый, но также настолько непостоянен в своих движениях, что никто точно не скажет, где Плутон будет находиться через столетие²³. Тогда как орбиты других планет находятся более или менее в одной плоскости, орбита Плутона наклонена на 17 градусов подобно щегольски сдвинутой набекрень шляпе. Его орбита настолько необычна, что на каждом обороте своего одинокого кружения вокруг Солнца он заметное время находится к нам ближе, чем Нептун. Большую часть 1980-х и 1990-х годов именно Нептун был самой отдаленной планетой Солнечной системы. Только 11 февраля 1999 года Плутон вернулся во внешний ряд, где проведет теперь 228 лет.

Так что даже если Плутон действительно планета, то определенно весьма странная. Совсем крошечная: ее масса составляет всего четверть процента массы Земли. Если положить Плутон на территорию Соединенных Штатов, то он не займет и половины площади сорока восьми южных штатов. Одно это является крайней аномалией; значит, наша планетная система состоит из четырех внутренних твердых планет, четырех внешних газовых гигантов и крошечного одинокого ледяного шарика. Однако есть все основания полагать, что в той части пространства мы скоро начнем находить другие, еще более крупные ледяные шары. И тогда у нас возникнут проблемы. После того как Кристи обнаружил спутник Плутона, астрономы стали активнее разглядывать этот сектор космоса и к началу декабря 2002 года нашли более шестисот транснептуновых объектов, или плутино²⁴, как их еще называют. Один из них, названный Варуной, почти такого же размера, как спутник Плутона. Теперь астрономы считают, что число таких объектов может составлять миллиарды. Трудность в том, что многие из них крайне темные. Как правило, их альбедо, то есть отражающая способность, составляет всего 4 процента, примерно как у куска древесного угля. К тому же эти куски угля находятся от нас на расстоянии более шести миллиардов километров.

А как, в сущности, это далеко? Да почти не поддается воображению. Видите ли, пространство просто громадно, если не сказать чудовищно. Чтобы осознать это, да и просто ради развлечения, представьте, что мы собираемся совершить путешествие на ракетном корабле. Мы полетим не очень далеко – всего лишь до края нашей Солнечной системы, – просто чтобы определиться, насколько велик космос и какую малую его часть занимаем мы.

Теперь плохая новость: боюсь, что к ужину мы домой не вернемся. Даже при скорости света (300 000 километров в секунду), чтобы попасть на Плутон, потребовалось бы семь

²² В 2005 году группа астрономов под руководством Майкла Брауна обнаружила в поясе Койпера объект, получивший предварительное обозначение 2003 UB 313, который превосходит по размерам Плутон. Это открытие еще более обострило вопрос о планетном статусе Плутона и в итоге после длительных споров привело к лишению его статуса планеты. Это произошло 24 августа 2006 г.

²³ Орбита Плутона хорошо определена, и для астрономов не составляет труда рассчитать его движение на тысячи лет в прошлое и в будущее.

²⁴ Название «плутино» не прижилось. В настоящее время Международный астрономический союз рекомендовал использовать термины «карликовая планета» для объектов сферической формы, недотягивающих до статуса планеты, и «малое тело Солнечной системы» – для всех остальных объектов.

часов²⁵. Но мы, конечно, не можем путешествовать с такой скоростью. Придется лететь со скоростью межпланетного корабля, а это гораздо медленнее. Самая высокая скорость, достигнутая пока созданными человеком предметами, это скорость космических аппаратов «Вояджер-1» и «Вояджер-2», которые сейчас улетают от нас со скоростью 56 000 километров в час²⁶.

Основанием для запуска «Вояджеров» именно в те сроки (август и сентябрь 1977 года) послужило то, что Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун выстроились тогда так, как бывает только раз в 175 лет. Это позволило обоим «Вояджерам» использовать технику гравитационных маневров, когда аппарат поочередно перелетает от одного газового гиганта к другому, будто подстегиваемый космическим кнутом. Но даже при этом им потребовалось девять лет, чтобы достичь Урана, и двенадцать, чтобы пересечь орбиту Плутона. А хорошая новость заключается в том, что если мы подождем до января 2006 года (когда предварительно намечен запуск к Плутону аппарата НАСА «Новые горизонты»), то сможем воспользоваться благоприятным расположением Юпитера плюс определенными успехами в области техники и попадем туда где-то за десять лет²⁷ – хотя, боюсь, возвращаться домой придется значительно дольше. Короче, в любом случае путешествие выйдет довольно долгим.

Итак, первое, что вы, вероятно, уяснили, так это то, что космос весьма удачно назван (одно из значений английского *space* – пустое место. – *Примеч. пер.*) и ужасно беден событиями. Наша Солнечная система, пожалуй, самое оживленное место на триллионы миль вокруг, однако все, что мы видим в ней: Солнце, планеты со спутниками, миллиард или около того кувыркающихся камней пояса астероидов, кометы и разные другие плавающие обломки, – занимает менее одной триллионной части имеющегося пространства. Вы также легко поймете, что ни на одной из встречавшихся вам карт Солнечной системы масштаб даже отдаленно не соответствует реальному. На большинстве школьных схем планеты изображены рядом, вплотную одна к другой – на многих иллюстрациях планеты-гиганты даже отбрасывают друг на друга тени, – но это неизбежный обман, дабы поместить их все на одном листе бумаги. В действительности Нептун расположен не чуть позади, а *далеко* позади Юпитера – в пять раз дальше, чем сам Юпитер от нас, так далеко, что получает лишь 3 процента солнечного света, получаемого Юпитером.

Расстояния эти таковы, что на практике невозможно изобразить Солнечную систему с соблюдением масштаба. Даже если сделать в учебнике большую раскладывающуюся вклейку или просто взять самый длинный лист бумаги для вывесок, этого все равно будет недостаточно. Если на масштабной схеме Солнечной системы Землю изобразить размером с горошину, Юпитер будет находиться на расстоянии 300 метров, а Плутон – в двух с половиной километрах (и будет размером с бактерию, так что в любом случае вы не сможете его разглядеть²⁸). В том же масштабе ближайшая звезда, Проксима Центавра, будет находиться в 16 000 километров от нас. Если даже вы ужомете все до такой степени, что Юпитер станет размером с точку в конце этого предложения, а Плутон не больше молекулы²⁹, то и в этом случае Плутон будет находиться на расстоянии больше десяти метров.

Так что Солнечная система действительно огромна. Когда мы достигнем Плутона, то окажемся так далеко, что Солнце – наше родное, теплое, дающее нам загар и жизнь солнышко –

²⁵ В зависимости от положения Плутона на орбите свет идет до него от 4 до 7 часов. Сейчас этот путь занимает около 5,5 часа.

²⁶ «Вояджер-1» движется относительно Солнца со скоростью более 61,2 тыс. км/ч (17,0 км/с). Скорость «Вояджера-2» на 5,8 тыс. км/ч (1,6 км/с) меньше.

²⁷ Зонд «Новые горизонты» был успешно запущен 19 января 2006 г. Он миновал Юпитер 28 февраля 2007 г. и достигнет Плутона летом 2015 г.

²⁸ Это преувеличение. Плутон лишь в 5,5 раза меньше Земли. В описанном масштабе он будет размером около миллиметра.

²⁹ В этом масштабе размер Плутона будет около 5 микронов. Это размер крупной бактерии, что во много тысяч раз больше размеров молекул.

сожмется до размера булавочной головки. Немного больше яркой звезды³⁰. В такой навевающей тоску пустоте вы начнете понимать, почему даже весьма значительные предметы, например спутник Плутона, ускользали от внимания. В этом смысле Плутон не одинок. До полета «Вояджер» считалось, что у Нептуна два спутника; «Вояджер» нашел еще шесть. Когда я был мальчишкой, считалось, что в Солнечной системе имеется тридцать спутников. Теперь их насчитывается по меньшей мере девяносто, примерно треть из них обнаружена за последние десять лет. Отсюда следует, что, когда мы судим о Вселенной в целом, надо помнить, что мы, по существу, не знаем, что происходит в нашей собственной Солнечной системе.

А теперь еще одна вещь, которую следует учесть: пролетая мимо Плутона, мы лишь пролетаем мимо Плутона. Если заглянете в план полета, то увидите, что его цель – путешествие к краю Солнечной системы, но боюсь, что мы еще не добрались до него. Плутон может быть последним объектом, отмеченным на школьных схемах, но сама система здесь не кончается. На самом деле ее конца еще даже не видно. Мы не доберемся до края Солнечной системы, пока не пройдем сквозь облако Оорта, огромное царство кочующих комет, а облака Оорта мы не достигнем раньше чем – прошу прощения – через десять тысяч лет. Плутон отмечает всего лишь одну пятидесятитысячную пути, а вовсе не край Солнечной системы, как бесцеремонно указывается на школьных схемах³¹.

У нас, конечно, нет шансов совершить такое путешествие. Даже поездка в 386 000 километров до Луны пока еще довольно сложное предприятие. Полет людей на Марс, к которому в краткий момент головокружения призывал президент Буш, потихоньку отложили в сторону, когда кто-то подсчитал, что он обойдется в 450 миллиардов долларов и, возможно, кончится гибелью всего экипажа (их ДНК разнесло бы в клочья солнечными частицами высокой энергии, от которых они не могли бы защититься).

Исходя из того, что мы теперь знаем и можем вообразить, оставаясь в пределах разумного, нет абсолютно никаких шансов, что человек когда-либо достигнет края Солнечной системы. Это просто слишком далеко. В нынешних условиях даже с помощью телескопа Хаббла нельзя увидеть облако Оорта, так что мы, по существу, не знаем, что там находится. Его существование весьма вероятно, но остается лишь гипотезой³².

Все, что можно с уверенностью сказать об облаке Оорта, так это то, что оно начинается где-то за Плутоном и тянется примерно на два световых года в космос. Основной мерой длины в Солнечной системе является астрономическая единица, обозначаемая а. е., которая соответствует расстоянию от Солнца до Земли. Плутон находится от нас примерно в 40 а. е., сердцевина облака Оорта – приблизительно в пятидесяти тысячах. Словом, далековато.

Но давайте снова представим, что мы добрались до облака Оорта. Первое, что вы заметите, – здесь царит полное спокойствие. Мы забрались очень далеко – так далеко, что даже наше Солнце не является самой яркой звездой на небосводе³³. Поразительно, что такой крошечный далекий огонек обладает достаточной силой тяготения, чтобы удерживать на орбите все эти кометы. Эти узы не очень крепкие, так что кометы плывут величаво, со скоростью всего несколько сотен километров в час. Время от времени одна из этих одиноких комет сходит со своей обычной орбиты под действием какого-нибудь слабого гравитационного возмущения – возможно, от пролетающей мимо звезды. Иногда их выбрасывает в пустоту косми-

³⁰ В действительности Солнце на Плуtone значительно ярче полной Луны на Земле. При его свете вполне можно читать.

³¹ Поскольку облако Оорта остается гипотетическим объектом, астрономы обычно склонны считать границей Солнечной системы так называемую гелиопаузу – область, где солнечный ветер (поток заряженных частиц, испускаемых Солнцем) сталкивается с межзвездной средой и перемешивается с ней. Расстояние до гелио-паузы примерно вдвое больше, чем до Плутона, и межпланетная станция «Вояджер-1» начала пересекать гелиопаузу в середине 2012 г.

³² Правильнее было бы называть его облаком Ёпики – Оорта. Эстонский астроном Эрнст Ёлик выдвинул эту гипотезу в 1932 году, а голландский астроном Ян Оорт восемнадцать лет спустя уточнил расчеты.

³³ Это не так, в пределах гипотетического облака Оорта Солнце все-таки остается самой яркой звездой. По блеску оно будет сравнимо с планетами Венерой и Юпитером, как они видны на земном небе.

ческого пространства, и мы их уже никогда больше не увидим, но порой они переходят на вытянутую орбиту вокруг Солнца. Ежегодно через внутренние области Солнечной системы пролетают три-четыре такие долгопериодические кометы³⁴. Изредка эти случайные гости врезаются во что-то твердое, вроде Земли... Так вот зачем мы здесь оказались! Комета, на которую мы прилетели посмотреть, только-только начала свое долгое падение к центру Солнечной системы. Она направляется – подумать только! – к городку Мэнсон, штат Айова. Ей еще долго добираться сюда – по меньшей мере три-четыре миллиона лет, – так что пока оставим ее в покое и вернемся к ней позже.

* * *

Итак, это наша Солнечная система. А что там еще, за пределами Солнечной системы? Ничего и вместе с тем очень много – это зависит от того, как посмотреть.

В краткосрочном плане там нет ничего. Самый глубокий вакуум, когда-либо создававшийся людьми, не так пуст, как межзвездное пространство. И вам предстоит преодолеть порядочное количество этого «ничего», пока вы не доберетесь до следующего кусочка чего-нибудь. Наша ближайшая соседка по космосу, Проксима Центавра, входящая в состав тройной звезды, известной как Альфа Центавра, находится от нас на расстоянии 4,3 светового года, пустяк по масштабам Галактики, однако это в сто миллионов раз дальше Луны. Чтобы добраться туда, межпланетному кораблю потребовалось бы не меньше двадцати пяти тысяч лет, и если бы вы даже совершили это путешествие, то все равно не нашли бы ничего, кроме одинокой кучки звезд посреди безграничной пустоты. Чтобы добраться до следующей заметной вехи, Сириуса, понадобится преодолеть еще 4,6 светового года³⁵. И так будет и дальше, если вы захотите мотаться по космосу от звезды к звезде. Только на то, чтобы достичь центра нашей Галактики, потребуется больше времени, чем существует человеческий род.

Космос, позвольте мне повторить, – это нечто чудовищно огромное. Среднее расстояние между звездами составляет более 30 миллионов миллионов километров. Даже при скоростях, приближающихся к скорости света, это фантастически далеко для любого странствующего индивидуума. Разумеется, *возможно*, что внеземные существа преодолевают миллиарды миль, чтобы позабавиться, выделявая круги на засеянных полях в Уилтшире или до смерти пугая бедного парня, едущего в грузовичке по пустынной дороге где-нибудь в Аризоне (в конце концов, и у них должны быть озорные подростки), но это все же представляется крайне маловероятным.

Правда, статистически вероятность того, что где-то там есть мыслящие существа, вполне приличная. Никто не знает точно, сколько звезд в Млечном Пути – оценки варьируются от сотни миллиардов до, возможно, четырехсот миллиардов, а ведь Млечный Путь – лишь одна из ста сорока миллиардов галактик³⁶, многие из которых даже больше нашей. В 1960-х годах профессор Корнелльского университета Фрэнк Дрейк, взволнованный такими чудовищными цифрами, вывел знаменитую формулу для вычисления вероятности существования в космосе высокоразвитой жизни в виде серии перемножаемых вероятностей.

³⁴ Имеются в виду кометы, доступные для любительских наблюдений. На самом деле каждый год регистрируются сотни долгопериодических и непериодических комет. Большинство из них проходят так близко от Солнца, что полностью разрушаются его теплом. Такие кометы регистрируются космической солнечной обсерваторией SOHO, которая постоянно следит за ближайшими окрестностями Солнца.

³⁵ Строго говоря, Сириус – это шестая по удаленности от Солнца звездная система (в нее входят 8 звезд), просто более близкие звезды (кроме альфы Центавра) не видны невооруженным глазом. Расстояние от Солнца до Сириуса – 8,6 св. г., а от Проксимы Центавра до Сириуса даже дальше – 9,3 св. г., поскольку эти звезды находятся в разных направлениях от Солнца.

³⁶ Количество галактик в видимой части Вселенной известно еще менее точно, но есть основания полагать, что их более триллиона.

По формуле Дрейка число звезд в избранном районе Вселенной вы умножаете на долю звезд, которые могут иметь планетные системы; затем умножаете это на долю планетных систем, теоретически способных поддерживать жизнь; умножаете на долю тех из них, где возникающая жизнь порождает разум, и так далее. При каждом из этих умножений числа колоссально сокращаются – но даже при самых консервативных исходных данных количество развитых цивилизаций в одном только Млечном Пути неизменно исчисляется миллионами³⁷.

Какая интересная, захватывающая мысль! Мы, возможно, лишь одна из миллионов развитых цивилизаций. К сожалению, космическое пространство настолько обширно, что среднее расстояние между любыми двумя из этих цивилизаций составляет, согласно расчетам, по крайней мере двести световых лет – легче сказать, чем представить. Начать с того, что, даже если эти существа знают о нас и каким-то образом способны разглядывать нас в свои телескопы, они наблюдают свет, покинувший Землю двести лет назад. Так что они видят не нас с вами. Они наблюдают Французскую революцию, Томаса Джефферсона, особ в шелковых чулках и напудренных париках – людей, не знающих, что такое атом или ген, получающих электричество, натирая куском меха янтарную палочку, и считающих это весьма хитрым фокусом. Любое послание, которое мы получим от этих наблюдателей, вероятно, будет начинаться с обращения «Достопочтенный сэр» и будет содержать поздравления по поводу стати наших лошадей и умелого освоения китового жира. Двести световых лет – это настолько далеко для нас, что, попросту говоря, за пределами нашего понимания.

Так что даже если мы не одиноки в принципе, на практике мы в любом случае пребываем в одиночестве. Карл Саган подсчитал, что подходящих планет во Вселенной где-то около десяти миллиардов триллионов – число, которое не укладывается в голове. Но что совсем не поддается воображению, так это размеры пространства, по которому они разбросаны. «Если бы нас случайным образом выбросило где-то в Космосе, – пишет Саган, – шансы оказаться на поверхности планеты или вблизи нее не превысили бы одного к миллиарду триллионов триллионов». (Это означает 10^{33} , или единицу с 33 нулями.) «Планеты поистине бесценны».

Вот почему, возможно, хорошей новостью является официальное признание в феврале 1999 года Плутона планетой со стороны Международного астрономического союза. Вселенная – огромное пустынное место. Нас устроит любой сосед³⁸.

³⁷ Специалисты очень сильно расходятся в оценке вероятностей, входящих в формулу Дрейка. У одних действительно получаются миллионы цивилизаций в Галактике, а у других выходит, что наша цивилизация едва ли не единственная. Научных данных пока недостаточно, чтобы разрешить этот спор.

³⁸ В 2006 году дискуссия о статусе Плутона приобрела иной оборот. Большинство астрономов уже давно признавали, что Плутон ничем принципиально не отличается от других объектов пояса Койпера. Последнее десятилетие статус планеты сохранялся за ним исключительно по традиции. Международный астрономический союз, отвечающий за номенклатуру космических объектов, дважды назначал комиссии, которые должны были разработать формальное определение планеты. Астрономы стремились, с одной стороны, дать физически обоснованное определение, а с другой – не нарушать традицию, признающую Плутон планетой. Однако обе комиссии не смогли справиться с этой задачей, и в итоге на 26-й Генеральной ассамблее МАС было принято определение, согласно которому Плутон не является планетой. Наряду с еще несколькими объектами пояса Койпера и астероидом Церерой он отнесен теперь к категории карликовых планет.

Глава 3. Вселенная преподобного Эванса

Когда небо чистое и Луна не слишком яркая, преподобный Роберт Эванс, спокойный неунывающий мужчина, тащит громоздкий телескоп на заднюю веранду своего дома в Голубых горах Австралии, примерно в 80 километрах от Сиднея, и предается необычному занятию. Он вглядывается в глубины прошлого и находит умирающие звезды.

Вглядываться в прошлое, конечно, самая простая часть дела. Взгляните на ночное небо, и перед вами предстанет история, множество историй – не такие звезды, какие они есть сейчас, а такие, какими они были, когда их покинул дошедший до нас теперь свет. Откуда нам знать, цела ли наша верная спутница Полярная звезда, не сгорела ли она дотла в январе прошлого года, или в 1854 году, или в любое время с начала XIV века, и просто эта новость еще не дошла до нас. Самое большее, что мы можем – всегда можем – утверждать, что она еще светила в этот день 680 лет назад. Звезды умирают все время. Что получается у Боба Эванса лучше всех, кто пробовал этим заниматься³⁹, так это засекать моменты звездных прощаний.

Днем Эванс – добродушный и теперь почти отошедший от дел священник Объединенной церкви Австралии, иногда подменяющий коллег и изучающий историю религиозных движений XIX века. Но вот по ночам он становится скромным титаном небес. Он охотится за сверхновыми звездами.

Сверхновая появляется, когда какая-нибудь гигантская звезда, намного больше нашего Солнца, коллапсирует, а затем эффектно взрывается, в один момент высвобождая энергию сотни миллиардов солнц, и некоторое время горит ярче всех звезд в своей галактике, вместе взятых. «Это подобно одновременному взрыву триллиона водородных бомб», – говорит Эванс. По его словам, если бы взрыв сверхновой произошел в нашем уголке космоса, нам бы был конец. «Он бы испортил все представление», – жизнерадостно заключает астроном. Но Вселенная безбрежна и сверхновые обычно слишком далеко, чтобы причинить нам вред. На самом деле большинство их так невообразимо далеки, что свет от них доходит до нас лишь в виде едва заметного мерцания. Примерно в течение месяца, пока они видны, они отличаются от других звезд только тем, что занимают на небе место, которое не было заполнено прежде. И вот эти аномальные, очень редко появляющиеся крошечные точки отыскивает на полном звездном ночном небосводе преподобный Эванс.

Чтобы понять, какое это мастерство, представьте обычный обеденный стол, покрытый черной скатертью с рассыпанной по ней горстью соли. Рассеянные по скатерти крупинки соли можно принять за галактику. Теперь вообразите полторы тысячи таких столов – достаточно, чтобы выстроить их в ряд длиной три километра, – и на каждом наугад рассыпана соль. Добавьте крупинку соли на один из этих столов и дайте возможность Бобу Эвансу пройти вдоль них. Он отыщет ее с первого взгляда. Эта крупинка и есть сверхновая⁴⁰.

Эванс обладает до того исключительным талантом, что Оливер Сакс⁴¹ в книге «Антрополог на Марсе» упоминает о нем в главе, посвященной аутизму среди крупных ученых, и сразу добавляет: «Нет никаких признаков того, чтобы он страдал аутизмом». Эванс, никогда не встречавшийся с Саксом, смеется над предположениями о том, что он ученый или страдает аутизмом, но он не в состоянии объяснить, откуда у него этот талант.

³⁹ Речь, конечно, идет о первенстве среди астрономов-любителей на год написания книги (2003).

⁴⁰ На самом деле блеск сверхновой не уступает блеску целой галактики. Так что корректнее говорить не об одной добавленной крупинке, а о горсти, которая кучкой высыпана на стол.

⁴¹ Оливер Вольф Сакс (*Oliver Wolf Sacks*, 1933–2015) – специалист-невролог, адъюнкт-профессор Медицинской школы Нью-Йоркского университета, автор нескольких бестселлеров, в которых описывает случаи из своей клинической практики: «Человек, который принял жену за шляпу» (М.: АСТ, 2011), «Антрополог на Марсе» (М.: АСТ, 2012) и других.

«Просто у меня есть способность запоминать звездные поля», – говорил он мне, как бы оправдываясь, когда я посетил его и его супругу Элейн в их словно вышедшем из детской книжки с картинками домике на тихой окраине деревни Хейзелбрук, где кончается Сидней и начинается бескрайний австралийский буш. «Я не очень силен в других вещах, – добавляет он. – Плохо запоминаю имена».

«И забывает, где оставил вещи», – кричит с кухни Элейн.

Он согласно кивает и, широко улыбаясь, спрашивает, не хотел бы я посмотреть телескоп. Я представлял, что позади дома у Эванса настоящая обсерватория – уменьшенный вариант Маунт-Уилсон или Маунт-Паломар, с раздвигающимся куполом и механизированным креслом, манипулировать которым такое удовольствие. А он повел меня не наружу, а в набитый вещами чулан позади кухни, где держит свои книги и бумаги и где на самодельной вращающейся фанерной подставке покоится его телескоп – белый цилиндр, размером и формой похожий на титан для кипячения воды. Когда он собирается наблюдать, то в два захода выносит его на небольшую веранду рядом с кухней. Между выступом крыши и перистыми верхушками растущих ниже по склону эвкалиптов открывается кусочек неба величиной со щель почтового ящика, но Эванс утверждает, что ему этого более чем достаточно. И здесь, когда небо чистое, а Луна не слишком яркая, он отыскивает свои сверхновые.

Термин «сверхновая» придумал в 1930-х годах запомнившийся своими чудачествами астрофизик Фриц Цвикки. Родившийся в Болгарии и выросший в Швейцарии, Цвикки пришел в Калифорнийский технологический институт в 1920-х годах и сразу выделился сумасбродством и несносным характером. Нельзя сказать, что он обладал блестящими способностями, а многие коллеги относились к нему как к «надоедливому паяцу». Будучи страстным приверженцем здорового образа жизни, он частенько падал на пол в столовой Калтеха или еще где-нибудь на публике и отжимался на одной руке, демонстрируя свою силу любому, кто был склонен сомневаться. Он был вызывающе задирист, и со временем его поведение стало настолько пугающим, что его ближайший коллега Вальтер Бааде, очень мягкий по характеру человек, не решался оставаться с ним наедине. Среди прочего Цвикки обвинял Бааде, немца по национальности, в том, что тот нацист, каковым он никогда не был. По крайней мере однажды Цвикки угрожал убить Бааде, работавшего в обсерватории на Маунт-Уилсон, если тот появится в кампусе Калифорнийского технологического института.

Но при всем этом Цвикки был способен на самые поразительные и блестящие озарения. В начале 1930-х годов он обратился к вопросу, долгое время волновавшему астрономов: появлению время от времени на небосводе непонятных ярких точек, новых звезд. Невероятно, но он задал себе вопрос: не может ли оказаться в основе всего этого нейтрон – субатомная частица, только что открытая в Англии Джеймсом Чедвиком и бывшая в то время модной новинкой. Его осенила мысль, что если звезда коллапсирует до плотности, сравнимой с атомным ядром, то в результате образуется невообразимо компактный объект. Атомы буквально раздавят друг друга, их электроны вдавятся в ядра, образуя нейтроны. Получится нейтронная звезда. Представьте миллион увесистых пушечных ядер, сжатых до размеров игрушечного стеклянного шарика, – и это еще не совсем точное сравнение. Ядро нейтронной звезды настолько плотно, что одна ложка его вещества весила бы 90 миллиардов килограммов. Одна ложка! Но это еще не все. До Цвикки дошло, что при коллапсе такой звезды выделится огромное количество энергии – достаточное, чтобы произвести величайший взрыв во Вселенной. Он назвал такие взрывы сверхновыми. Они должны были оказаться – и оказались – крупнейшими событиями в мироздании.

15 января 1934 года в журнале *Physical Review* появилось очень краткое резюме сделанного в предыдущем месяце в Стэнфордском университете сообщения Цвикки и Бааде. Несмотря на предельную краткость – один абзац в двадцать четыре строчки, – это резюме

содержало огромное количество новых научных сведений: в нем были первые упоминания сверхновых и нейтронных звезд, убедительно объяснялся процесс их образования, верно оценивалась сила взрыва, и в заключение, как дополнительный бонус, взрывы сверхновых увязывались с загадочным новым явлением, получившим название космических лучей, которые, как незадолго до того обнаружили, буквально кишат во Вселенной. Эти идеи были революционными, если не сказать больше. Подтверждения существования нейтронных звезд пришлось ждать тридцать четыре года. Гипотеза о космических лучах, хотя и считающаяся правдоподобной, пока еще не подтверждена окончательно. В целом это резюме, по словам астрофизика из Калифорнийского технологического института Кипа Торна, оказалось «одним из наиболее прозорливых документов в истории физики и астрономии».

Интересно, что Цвикки почти не понимал, почему все эти вещи должны происходить. Согласно Торну, «он недостаточно хорошо разбирался в законах физики, чтобы обосновать свои идеи». Цвикки обладал способностью выдвигать масштабные идеи. Другим – главным образом Бааде – оставалась их математическая доводка.

Цвикки также первым осознал, что во Вселенной остро не хватает видимого вещества, чтобы удерживать галактики вместе, и что должен существовать какой-то еще источник гравитационного воздействия – то, что теперь мы называем темной материей⁴². Он упустил только одну вещь – если нейтронную звезду достаточно сильно сжать, то она становится настолько плотной, что даже свет не может освободиться от чудовищного гравитационного притяжения. Получается черная дыра. К сожалению, большинство коллег до того не любили Цвикки, что его идеи практически остались без внимания. Когда спустя пять лет великий Роберт Оппенгеймер⁴³ в эпохальной статье обратил внимание на нейтронные звезды, он ни разу не упомянул о работах Цвикки, хотя тот много лет занимался той же проблемой в кабинете немного дальше по коридору. Выводы Цвикки относительно темной материи не привлекали серьезного внимания почти сорок лет. Можно только предположить, что за это время он выполнил очень много отжиманий.

* * *

Поднимая голову к небу, мы видим на удивление малую часть Вселенной. Невооруженным глазом с Земли видно всего шесть тысяч звезд, и лишь около двух тысяч из них можно увидеть зарез. С помощью бинокля количество звезд, видимых из одной точки, возрастает до пятидесяти тысяч, а с маленьким двухдюймовым телескопом оно подскакивает до трехсот тысяч. С 16-дюймовым телескопом, как у Эванса, счет идет уже не на звезды, а на галактики. Эванс полагает, что со своей веранды он может видеть от пятидесяти до ста тысяч галактик, каждая из десятков миллиардов звезд. Числа, конечно, внушительные, но все равно сверхновые остаются чрезвычайно редким явлением. Звезда может гореть миллиарды лет, но умирает всего раз, причем очень быстро, и лишь немногие умирающие звезды взрываются. Большинство гаснет тихо, как костер на рассвете. В типичной галактике, состоящей из сотни миллиардов звезд, сверхновая в среднем вспыхивает раз в двести-триста лет. Поэтому искать сверхновые – все равно что, стоя на смотровой площадке Эмпайр-стейт-билдинг, разглядывать в телескоп окна Манхэттена в надежде, скажем, обнаружить, как кто-то зажигает свечи на праздничном торте в день своего совершеннолетия.

⁴² Долгое время использовался термин «скрытая масса» (*hidden mass*), однако в последние 20 лет стал употребляться термин «темная материя» (*dark matter*).

⁴³ Роберт Оппенгеймер (*Robert Oppenheimer*, 1904–1967) – американский физик-теоретик, во время Второй мировой войны руководил Манхэттенским проектом по созданию ядерного оружия.

Так что, когда полный надежд обходительный священник стал расспрашивать, нет ли подходящих звездных карт для поиска сверхновых, астрономическая братия сочла, что он выжил из ума. В то время у Эванса был 10-дюймовый телескоп – весьма приличный размер для любительского разглядывания звезд, но вряд ли пригодный для серьезной космологии, – и с помощью этого инструмента он намеревался обнаружить одно из самых редких явлений во Вселенной. За всю историю астрономии, до того как Эванс в 1980 году принялся за это дело, было найдено менее шестидесяти сверхновых⁴⁴. (Когда в августе 2001 года я побывал у него, он только что зафиксировал свое тридцать четвертое визуальное открытие⁴⁵; тридцать пятое последовало через три месяца, а тридцать шестое – в начале 2003 года.)

У Эванса, правда, были определенные преимущества. Большинство наблюдателей, как и вообще большинство людей, находится в Северном полушарии, так что значительная часть неба находилась почти полностью в его распоряжении, по крайней мере поначалу. На его стороне также были быстрота и поразительная память. Большие телескопы – это довольно громоздкие штуки, и значительная часть их рабочего времени тратится на то, чтобы навести их на нужный объект. Эванс же вертит своим небольшим 16-дюймовым телескопом, как хвостовой стрелок пулеметом в воздушном бою, затрачивая не более пары секунд на тот или иной участок неба. В результате за вечер он мог пронаблюдать, пожалуй, сотни четыре галактик, тогда как большой профессиональный телескоп, если повезет, сможет обследовать штук пятьдесят или шестьдесят.

Искать сверхновые – значит, как правило, их не находить. С 1980 по 1996 год он в среднем делал два открытия в год – не слишком большая награда за сотни ночей напряженного взглядывания в небо. Однажды он обнаружил три за пятьдесят дней, но в другой раз прошло три года, прежде чем он отыскал одну.

«В сущности, в отсутствии находок есть известная польза, – говорит он. – Это помогает космологам определить темп эволюции галактик. Это одна из редких областей, где уже само отсутствие фактов является фактом».

На столе рядом с телескопом стопки фотографий и бумаг, относящихся к его занятиям, и он показывает мне одну из них. Если вы когда-нибудь заглядывали в популярные астрономические издания, то должны знать, что они обычно полны ярких цветных снимков далеких туманностей или чего-либо подобного – залитых волшебным светом облаков небесных огней, величественно движущихся и переливающихся тончайшими оттенками. Рабочие изображения Эванса не имеют с ними ничего общего. Это всего лишь расплывчатые черно-белые снимки с маленькими точками, окруженными ореолом. На том, что он мне показал, был изображен рой звезд, внутри которого притаился пустынный проблеск; чтобы разглядеть его, мне пришлось поднести снимок к глазам. Это, пояснил мне Эванс, звезда из созвездия, называемого Печью, в галактике, известной в астрономии как *NGC 1365*. (*NGC* означает *New General Catalogue* – Новый общий каталог, в который занесены галактики. Когда-то он был увесистой книгой у кого-то на столе в Дублине; теперь, разумеется, это база данных.) Свет, свидетельствующий о впечатляющей кончине этой звезды, безостановочно несясь сквозь пространство шестьдесят миллионов лет, пока однажды ночью в августе 2001 года не достиг Земли в виде проблеска света, крошечного просветления на ночном небе. И, разумеется, заметил его Роберт Эванс на своем напоенном запахом эвкалиптов холме.

«Это приносит особое удовлетворение, – говорит Эванс, – когда думаешь, что летевший сквозь космос миллионы лет свет достигает Земли как раз в тот момент, когда кто-то рассмат-

⁴⁴ В действительности к тому времени уже было открыто более пятисот сверхновых, а на сегодня зарегистрировано свыше 6 тысяч сверхновых.

⁴⁵ По каталогу открытых сверхновых это было сороковое открытие Эванса, причем первые 16 сверхновых он обнаружил не визуально, а по фотографиям. Последнюю сверхновую Эванс открыл в марте 2008 года, общий его счет достиг 48-ми.

ривает нужный участок неба. Кажется важным, чтобы событие такого размаха было засвидетельствовано».

Роль сверхновых вовсе не ограничивается тем, чтобы вызывать чувство удивления и восхищения. Они делятся на несколько типов, один из которых, кстати, открыл Эванс, а другой, известный как сверхновые типа Ia, важен для астрономии, поскольку сверхновые этого типа взрываются всегда одинаково, имея одну и ту же критическую массу. Поэтому их можно использовать в качестве «стандартных свечей» – эталонов, измеряя яркость которых (а тем самым и относительные расстояния), можно определять скорость расширения Вселенной.

В 1987 году астрофизику Солу Перлмуттеру⁴⁶ из Лоуренсовской лаборатории в Беркли, штат Калифорния, потребовалось больше сверхновых типа Ia, чем давали обычные визуальные наблюдения, и он задался целью найти более систематичный метод для их поиска. Перлмуттер разработал остроумную систему с использованием сложнейших компьютеров и приборов с зарядовой связью – по существу, прекрасные цифровые фотокамеры. Тем самым поиск сверхновых был автоматизирован. Телескопы теперь могут делать тысячи снимков, давая возможность компьютеру отыскивать характерные яркие точки, свидетельствующие о взрывах сверхновых⁴⁷. За пять лет с использованием новой технологии Перлмуттер с коллегами обнаружили в Беркли сорок две сверхновых. Теперь даже любители находят сверхновые с помощью ПЗС-матриц. «С ПЗС можно направить телескоп в небо, а самому сидеть у телевизора, – с долей тревоги говорил Эванс. – Это уничтожает всю романтику этого занятия».

Я спросил, не испытывает ли он соблазна взять на вооружение новую технику. «О нет, – ответил он. – Я слишком люблю работать по-своему. Кроме того, – он кивнул на снимок своей последней сверхновой и улыбнулся, – иногда мне все же удается их обойти»⁴⁸.

* * *

Естественно, возникает вопрос: что будет, если звезда взорвется поблизости? Как мы уже знаем, наша ближайшая звездная соседка Альфа Центавра находится в 4,3 светового года от нас. Я представил себе, что если бы произошел взрыв, то у нас было бы 4,3 года, чтобы следить, как свет этого величественного явления разливается по небу, словно выплеснувшись из гигантского бидона. Что будет, если придется четыре года и четыре месяца наблюдать надвигающийся на нас роковой конец, зная, что, когда он наступит, от нас ничего не останется? Будут ли люди по-прежнему ходить на работу? Будут ли фермеры выращивать урожай? Будет ли кто-нибудь доставлять его в магазины?

Много недель спустя в Нью-Гэмпшире, в городке, где я тогда жил, я задал эти вопросы астроному из Дартмутского колледжа Джону Торстенсену. «О нет, – рассмеялся он. – Новость о таком событии распространяется со скоростью света, но с такой же скоростью распространяется и разрушительное действие, так что вы узнаете о ней и погибнете в один и тот же момент. Но не беспокойтесь, потому что этого не случится».

⁴⁶ В 2011 году Сол Перлмуттер стал лауреатом Нобелевской премии по физике за открытие явления ускоренного расширения Вселенной, сделанное по наблюдениям далеких сверхновых звезд в 1999 году и подтвержденное многочисленными сверхновыми, открытыми в дальнейшем, а также другими наблюдательными данными.

⁴⁷ Еще недавно далеко не все сверхновые удавалось выявлять на цифровых снимках автоматически – человек справлялся с этой задачей гораздо лучше. Был даже запущен проект Hand-On Universe («Вселенная в руках»), в котором школьники могут принять участие в поиске сверхновых по снимкам галактик. Однако в последние годы эффективность автоматического распознавания сверхновых значительно повысилась и любители уже не могут составить конкуренцию сетям телескопов-роботов.

⁴⁸ Шотландский любитель астрономии Том Боулс (Tom Boles) построил обсерваторию с тремя телескопами-роботами, которые постоянно сканируют небо в поисках сверхновых. Только в 2003 г. он стал первооткрывателем 30 сверхновых, а всего на его счету 148 взорвавшихся звезд. Тем самым он перехватил у Роберта Эванса звание чемпиона среди любителей по открытию сверхновых. Боулс продолжает искать сверхновые, хотя в последние годы темп его открытий несколько снизился из-за конкуренции со стороны профессиональных обсерваторий.

Чтобы волна взрыва сверхновой вас погубила, пояснил он, нужно, чтобы вы находились «смехотворно близко» – скажем, в пределах приблизительно десяти световых лет. «Опасность представляли бы различные виды излучений – космические лучи и тому подобное». Они вызвали бы поразительные полярные сияния, переливающиеся по всему небу занавесы прозрачного света. К добру это бы не привело. Все, что в силах создать такое зрелище, может с тем же успехом смести магнитосферу, находящийся высоко над Землей магнитный пояс, который в обычных условиях защищает нас от ультрафиолетовых лучей⁴⁹ и других космических атак. Не будь магнитосферы, всякий, с кем случилось несчастье оказаться на открытом солнце, довольно скоро стал бы похож на подгоревшую пищу.

Причина, по какой мы можем быть более или менее уверены в том, что такое не случится в нашем уголке Галактики, говорит Торстенсен, состоит в том, что для появления сверхновой прежде всего требуется определенный вид звезды. Претендующая на это звездакандидат должна быть раз в десять или двадцать массивнее нашего Солнца, а «у нас поблизости нет ничего нужных размеров. Вселенная, к счастью, достаточно большое место». Ближайшая возможная кандидатура, добавил он, это Бетельгейзе, чьи всевозможные выбросы и всплески на протяжении многих лет свидетельствуют о том, что там имеют место какие-то интересные неустойчивости. Однако Бетельгейзе находится от нас в пятистах световых годах.

Лишь полдюжины раз в пределах документально засвидетельствованной истории сверхновые вспыхивали достаточно близко, чтобы быть видимыми невооруженным глазом. Один из этих взрывов в 1054 году привел к образованию Крабовидной туманности. Другой раз, в 1604 году, образовалась звезда, настолько яркая, что ее три недели было видно днем. Самая последняя была в 1987 году, тогда сверхновая загорелась в районе космоса, известном как Большое Магелланово Облако⁵⁰, но она была с трудом видна только в Южном полушарии и находилась от нас на вполне надежном расстоянии в 169 тысяч световых лет.

Сверхновые имеют для нас принципиальное значение и еще в одном важном смысле. Без них нас бы здесь не было. Вспомните о космологической загадке, которой заканчивается первая глава, – о том, что Большой взрыв привел к обилию легких газов, но не тяжелых элементов. Последние появились позже, но долгое время никто не представлял, *как* это произошло. Дело в том, что требуется нечто действительно жаркое – даже жарче середины самых горячих звезд, – чтобы выковать углерод, железо и другие элементы, без которых мы были бы, к великому нашему огорчению, абсолютно бесплотны. Объяснение пришло в виде сверхновых, и додумался до этого один английский космолог, во многом похожий по своим манерам на Фрица Цвикки.

Им был йоркширец по имени Фред Хойл. В некрологе журнала *Nature*⁵¹ (ученый умер в 2001 году) Хойл назван «космологом и полемистом», и он действительно был тем и другим. Он, говорилось в некрологе, «большую часть жизни был вовлечен в споры» и «ставил свою подпись под всяческой чепухой». Например, он утверждал, без каких-либо доказательств, что хранимый как сокровище в Музее естественной истории ископаемый археоптерикс является подделкой вроде пилтдаунской мистификации⁵², к великому гневу музейных палеонтологов,

⁴⁹ От ультрафиолета и другого электромагнитного излучения нас защищает не магнитосфера, а атмосфера. Магнитосфера защищает только от заряженных частиц, причем невысокой энергии (таких, как испускает Солнце). Однако при близком взрыве сверхновой ни атмосфера, ни магнитосфера не смогут предохранить Землю от жесткого излучения.

⁵⁰ Большое Магелланово Облако – небольшая галактика, спутник нашей Галактики.

⁵¹ *Nature* («Природа») – один из самых престижных научных журналов в мире. Основан в 1869 г. и, в отличие от большинства научных журналов, не имеет специализации. Считается, что в нем публикуются прорывные исследования, важные для ученых широкого круга специальностей.

⁵² В 1908–1911 гг. вблизи Пилтдауна в графстве Суссекс, Великобритания, были найдены фрагменты черепа и челюсти, которые, как долгое время считалось, принадлежали существу, промежуточному между обезьяной и человеком. Однако в 1950-х годах сотрудники Британского музея выполнили химические анализы, которые показали, что пилтдаунские образцы являются тонко сработанной подделкой.

которым пришлось много дней отбиваться от телефонных звонков газетчиков со всего мира. Он также считал, что на Землю из космоса была занесена не только жизнь, но и множество болезней, таких как грипп и бубонная чума, а однажды высказывал предположение, что в процессе эволюции у людей появился выступающий вперед нос с обращенными вниз ноздрями, чтобы в него не падали космические патогенные организмы.

Именно он, будучи в игривом настроении во время радиопередачи в 1952 году, придумал термин «Большой взрыв». Он отмечал, что наши физические представления никак не могут объяснить, почему все сущее, собранное в точку, должно так внезапно и эффектно начать расширяться. Хойл предпочитал теорию стационарного состояния, по которой Вселенная постоянно расширяется и по мере расширения непрерывно создает новую материю. Он также понимал, что если звезда катастрофически сжимается, то она высвобождает огромное количество тепла, разогревшись до 100 миллионов градусов и даже больше, а этого достаточно, чтобы запустить образование тяжелых элементов – процесс, называемый нуклеосинтезом⁵³. В 1957 году, работая совместно с другими учеными, Хойл показал, как во время взрывов сверхновых образуются тяжелые элементы. За эту работу один из сотрудничавших с ним ученых, У. А. Фаулер, получил Нобелевскую премию. А Хойл, к нашему общему стыду, не получил.

Согласно теории Хойла, взрывающаяся звезда выделяет достаточно энергии для создания всех новых элементов и распыления их в космосе, где они образуют газовые облака – межзвездную среду, которая в конечном счете конденсируется в новые солнечные системы. С появлением этих теоретических выкладок стало наконец возможным создать правдоподобный сценарий нашего появления здесь. Теперь считается, что мы знаем следующее.

Около 4,6 миллиарда лет назад в том месте космического пространства, где мы сейчас находимся, образовался и стал сжиматься огромный вихрь газа и пыли поперечником 24 миллиарда километров. Почти все – 99,9 процента массы Солнечной системы – ушло на создание Солнца. Из оставшегося свободно плавать вещества две микроскопические частицы сошлись достаточно близко, чтобы быть притянутыми друг к другу электростатическими силами. Это был момент зачатия нашей планеты. То же самое происходило по всей зарождающейся Солнечной системе. Сталкивавшиеся частицы пыли образовывали все более крупные комки. В конце концов комья выросли до таких размеров, чтобы называться планетезималями. Без конца сталкиваясь друг с другом, они распадались на части и вновь соединялись в самых разнообразных сочетаниях, но в каждом столкновении был победитель, и некоторые из них становились достаточно большими, чтобы господствовать на той орбите, по которой они двигались.

Все это произошло удивительно быстро. Чтобы крошечное скопление частиц выросло в зародыш планеты поперечником в сотни километров, потребовалось лишь несколько десятков тысяч лет. Всего за двести миллионов лет, а возможно и быстрее, Земля, по сути, полностью сформировалась, хотя и находилась еще в расплавленном состоянии, подвергалась непрерывной бомбардировке плавающими кругом остатками строительного мусора.

В этот момент, примерно 4,4 миллиарда лет назад, с Землей столкнулся объект размером с Марс, выбросив достаточно вещества для создания сопутствующего шара – Луны. Полагают, что выброшенное вещество за несколько недель собралось в один рыхлый ком, а за год сформировалось в сферическое каменное тело, которое с тех пор и сопровождает нас. Большая часть лунного вещества происходит из внешних слоев Земли, а не из ядра, поэтому на Луне так мало железа, тогда как у нас его много. Кстати, эту теорию всегда преподносят чуть ли не как самую новую, тогда как на самом деле она была впервые выдвинута Реджинальдом Дейли в Гарварде в 1940-х годах. Единственное действительно новое тут – это люди, которые

⁵³ Нуклеосинтез – это все термоядерные реакции, ведущие к образованию ядер более тяжелых элементов из легких. Нуклеосинтез начинается вместе с рождением Вселенной, продолжается на протяжении всей жизни звезды, а при взрыве сверхновой синтезируется лишь небольшое количество самых тяжелых элементов (тяжелее железа) и, самое главное, продукты звездного нуклеосинтеза разбрасываются в пространстве, где они могут войти в состав новых рождающихся звезд и планет.

уделяют ей какое-то внимание. Когда Земля была лишь около трети своих окончательных размеров, она, возможно, уже стала формировать атмосферу, главным образом из углекислого газа, азота, метана и серы. Вряд ли это те вещества, которые у нас ассоциируются с жизнью, и тем не менее именно из этого ядовитого варева образовалась жизнь. Углекислый газ обладает мощными парниковыми свойствами. Это оказалось очень кстати, потому что в то далекое время Солнце светило значительно слабее. Не будь парникового эффекта, Земля вполне могла постоянно оставаться замерзшей и жизни, возможно, было бы просто не за что зацепиться. Но так или иначе жизни это удалось.

В следующие пятьсот миллионов лет юная Земля по-прежнему неослабно обстреливалась кометами, метеоритами и всякими другими космическими обломками, которые принесли воду, чтобы заполнить океаны, и компоненты, необходимые для успешного возникновения жизни. Окружающая среда была исключительно враждебна, но жизнь каким-то образом развивалась. Крошечный комочек химических веществ дернулся и ожил.

Четыре миллиарда лет спустя люди стали задавать вопросы, как все это произошло. Об этом и пойдет дальше наш рассказ.

Часть II. Размеры Земли

*Был этот мир глубокой тьмой окутан,
«Да будет свет!» – и вот явился Ньютон⁵⁴.
Александр Поуп. Эпитафия: предназначалась сэру Исааку
Ньютону*

Глава 4. Мера вещей

Если бы вам пришлось выбирать самое неудачливое научное путешествие всех времен, то ничего хуже перуанской экспедиции французской Королевской академии наук 1735 года вы бы наверняка не нашли. Это была группа ученых и искателей приключений под руководством гидрографа Пьера Буге и военного математика Шарля Мари де ла Кондамина⁵⁵, которая отправилась в Перу проводить триангуляционные измерения⁵⁶ расстояний в Андах.

В то время людьми наконец овладело сильное желание понять Землю – определить ее возраст, массу, место, где она висит в космическом пространстве, и узнать, каким образом она возникла. Цель французской группы состояла в том, чтобы способствовать решению вопроса о длине окружности планеты путем измерения длины одного градуса меридиана (или одной 360-й расстояния вокруг планеты) вдоль линии протяженностью около 320 километров и проходящей от местечка Яруки, близ Кито, до точки за городом Куэнкой (все это ныне находится в Эквадоре).

Почти сразу дела не заладились, причем порой вопиющим образом. В Кито пришельцы чем-то вызвали недовольство местных жителей и были изгнаны из города вооруженной камнями толпой. Вскоре после этого в конфликте из-за женщины был убит врач экспедиции. Ботаник сошел с ума. Другие умирали от лихорадки или погибали от падений в горах. Технический помощник Жан Годен, племянник одного из руководителей Луи Годена, бежал с тринадцатилетней девочкой, и его не смогли уговорить вернуться.

Одно время группа должна была прервать работу на восемь месяцев, пока ла Кондамин ездил в Лиму улаживать вопрос с необходимыми разрешениями. И в довершение всего ла Кондамин и Буге перестали разговаривать друг с другом и отказались вместе работать. Где бы ни появлялась эта все сокращающаяся в размерах экспедиционная партия, должностные лица встречали ее с глубочайшей подозрительностью, с трудом веря, что группа французских

⁵⁴ Перевод Самуила Маршака.

⁵⁵ Начальником экспедиции был ла Кондамин, за научную часть отвечали астроном Луи Годен и Пьер Буге. Однако Годен вскоре отделился от основной партии из-за разногласий в методике работы, а позднее был уличен в растрате средств, поступавших из Франции. Он также отказался делиться с коллегами полученными результатами.

⁵⁶ Триангуляция – выбранный экспедицией метод измерения – представляла собой распространенный прием, основанный на известном геометрическом факте: если вы знаете длину одной стороны треугольника и величины двух его углов, то все остальные его размеры вы можете вычислить, не вставая со стула. Предположим в качестве примера, что мы с вами решили узнать расстояние до Луны. Первым делом для применения метода триангуляции мы должны установить расстояние между нами, скажем, вы остаетесь в Париже, а я отправляюсь в Москву, и мы оба одновременно смотрим на Луну. Теперь, если вы мысленно соедините линией три главных объекта нашей задачи – т. е. вас, меня и Луну, то образуется треугольник. Измерьте длину базисной линии между вами и мной и величину обоих углов, а остальное легко вычислить. (Поскольку сумма внутренних углов треугольника всегда составляет 180 градусов, то, зная сумму двух углов, вы сможете моментально вычислить третий; а точное знание формы треугольника и длины одной из сторон подскажет вам длину двух других сторон.) По существу, именно этот способ применил в 150 г. до н. э. греческий астроном Гиппарх Никейский, чтобы определить расстояние от Земли до Луны. На поверхности Земли принципы триангуляционной съемки остаются такими же, только треугольники не достигают космоса, а ложатся бок о бок на карту. Для измерения градуса меридиана геодезисты строят своего рода цепочку треугольников, протянувшуюся по местности.

ученых проехала полмира, чтобы измерить Землю. Это казалось абсолютной бессмыслицей. Даже два с половиной столетия спустя это сомнение по-прежнему остается уместным. Почему бы французам не производить свои измерения во Франции и тем самым избавить себя от забот и неудобств андской авантюры?

Ответ отчасти заключается в том, что в XVIII веке ученые редко смотрели на вещи просто, если под рукой оказывалась нелепая, но заманчивая альтернатива, а отчасти в реальной проблеме, которая впервые встала перед английским астрономом Эдмундом Галлеем задолго до того, как Буге и ла Кондамин задумали ехать в Южную Америку, имея для этого гораздо меньше оснований.

Галлей был исключительной личностью. На своем долгом и плодотворном жизненном пути ему доводилось быть морским капитаном, картографом, профессором геометрии в Оксфордском университете, заместителем контролера Королевского монетного двора, королевским астрономом и изобретателем глубоководного водолазного колокола⁵⁷. Он со знанием дела писал о магнетизме, приливах и отливах, движениях планет и с любовью – о действии опилума. Он придумал погодную карту и актуарную таблицу⁵⁸, предложил способы определения возраста Земли и ее расстояния от Солнца и даже разработал практичный способ, как сохранить рыбу свежей не в сезон. Единственное, чего он не совершил, так это не открыл комету, носящую его имя. Он лишь определил, что комета, которую он наблюдал в 1682 году, – та же самая, которую видели другие в 1456, 1531 и 1607 годах. Она стала кометой Галлея только после 1758 года, примерно через шестнадцать лет после его смерти.

Однако при всех этих достижениях крупнейшим вкладом Галлея в сокровищницу человеческих знаний было, пожалуй, участие в небольшом научном пари с двумя другими видными фигурами того времени: Робертом Гуком, которого теперь скорее помнят в связи с тем, что он первым ввел понятие и дал описание живой клетки, и великим, исполненным достоинства сэром Кристофером Реном, который вообще-то прежде всего был астрономом, а потом уж архитектором, хотя об этом сегодня обычно уже не помнят. В 1683 году, когда Галлей, Гук и Рен вместе обедали в Лондоне, разговор зашел о движении небесных тел. Было известно, что планеты склонны обращаться по особой формы овалам, которые называют эллипсами – по выражению Ричарда Фейнмана⁵⁹, по «очень специфической и точной кривой», – но никто не знал причин такого движения. Рен щедро предложил 40 шиллингов (примерно соответствует двухнедельному заработку) тому, кто первым найдет объяснение.

Гук, широко известный приписыванием себе идей, не всегда своих собственных, заявил, что он уже решил эту проблему, но отказался поделиться решением на том интересном и остроумном основании, что не хочет лишать других удовольствия найти ответ самим. Вместо этого он «на время утаит решение, чтобы другие могли лучше его оценить». Если у него и были какие-то соображения по этому поводу, никаких свидетельств он не оставил. Галлей, однако, до того загорелся желанием найти ответ, что на следующий год поехал в Кембридж и набрался смелости обратиться к профессору математики Исааку Ньютону в надежде, что тот сумеет ему помочь.

⁵⁷ Строго говоря, Галлей не изобрел, а значительно усовершенствовал водолазный колокол, который впервые стал применяться на полтора столетия раньше.

⁵⁸ Актуарные таблицы используются для расчета пенсионных начислений и страховой премии при страховании жизни. В них учитывается статистика смертности по разным возрастам. В более широком смысле актуарными расчетами называют любые расчеты тарифов в страховом деле на основе статистических данных.

⁵⁹ Ричард Филлипс Фейнман (*Richard Phillips Feynman*, 1918–1988) – выдающийся американский физик, один из создателей квантовой электродинамики. В 1943–1945 гг. участвовал в Манхэттенском атомном проекте. За разработку методов расчета поведения квантовых частиц был удостоен Нобелевской премии по физике за 1969 г. Он также сыграл ключевую роль в расследовании причин катастрофы космического челнока «Челленджер» в 1986 г. Фейнман является автором множества научно-популярных книг, а также 8-томного учебника «Фейнмановские лекции по физике», который был переведен на русский язык (М.: Эдиториал УРСС, 2004) и до сих пор остается одним из лучших курсов общей физики.

Ньютон, бесспорно, был странной личностью – сверх всякой меры выдающийся мыслитель, но замкнутый, безрадостный, раздражительный до безумия, легендарно рассеянный (говорили, что по утрам, свесив ноги с кровати, он мог часами сидеть, размышляя над осенившими его вдруг идеями) и способный на самые неожиданные выходки. Он создал собственную лабораторию, первую в Кембридже, но затем занялся весьма странными опытами. Например, однажды ввел себе шило – длинную иглу, какими пользуются при сшивании кожи, – в глазную впадину и крутил им «между глазом и костью как можно ближе к главному дну» лишь для того, чтобы посмотреть, что будет. Каким-то чудом ничего не случилось, по крайней мере ничего серьезного. В другой раз он глядел на солнце, пока мог выдержать, чтобы узнать, как это отразится на его зрении. И вновь он избежал серьезных повреждений, хотя пришлось провести несколько дней в затемненном помещении, пока глаза не простили ему его опытов.

Но над всеми этими странностями и причудами властвовал интеллект гения, – даже действуя в обычном русле, Ньютон зачастую проявлял странные особенности. В студенческие годы, разочарованный ограниченными возможностями традиционной математики, он придумал совершенно новую ее форму – дифференциальное и интегральное исчисление, но молчал об этом целых двадцать семь лет. Подобным же образом он работал в области оптики, изменив наши представления о свете и заложив основы спектрографии как науки, и опять же решил не делиться результатами своих работ в течение трех десятилетий.

При всех его талантах настоящая наука составляла лишь часть его интересов. По крайней мере половину своего рабочего времени он отдавал алхимии и неортодоксальным религиозным поискам. Это были не просто дилетантские занятия, а серьезные увлечения, которые полностью его захватывали. Он был тайным приверженцем ереси, известной как арианство, отличительной особенностью которой было отрицание Святой Троицы⁶⁰ (по иронии судьбы в Кембридже Ньютон принадлежал к колледжу Святой Троицы). Он проводил бесконечные часы за изучением поэтажного плана храма царя Соломона в Иерусалиме (попутно осваивая иврит, чтобы разбирать подлинные тексты), будучи убежден, что в нем содержится математический ключ к определению даты второго пришествия Христа и конца света. С не меньшим рвением он относился к алхимии. В 1936 году экономист Джон Мейнард Кейнс⁶¹ купил на аукционе саквояж с бумагами Ньютона и, к своему удивлению, обнаружил, что в подавляющем большинстве они относились не к оптике или движениям планет, а свидетельствовали о целеустремленных поисках способа превращения обычных цветных металлов в драгоценные. При химическом анализе пряди волос Ньютона в 1970 году была обнаружена ртуть – элемент, представлявший интерес для алхимиков, шляпных мастеров, изготовителей барометров и, пожалуй, больше ни для кого – причем концентрация ртути раз в сорок превышала естественный уровень. Поэтому не слишком удивительно, что по утрам он забывал встать с постели.

Что рассчитывал узнать у него Галлей во время своего не оговоренного заранее визита в августе 1684 года, можно только догадываться. Но благодаря более поздним воспоминаниям доверенного лица Ньютона Абрахама де Муавра у нас есть описание этой встречи – одной из самых важных для истории науки.

В 1684 году в Кембридж приезжал д-р Галлей [и] после некоторого общения спросил сэра Исаака, что, по его мнению, будет представлять кривая, образуемая планетами, если предположить, что сила притяжения к Солнцу будет обратна квадрату их расстояния до него.

⁶⁰ Суть арианства, возникшего в начале IV в., изложена не совсем точно: ариане утверждали, что Христос сотворен Богом Отцом и не равен, а лишь подобен Ему. Следовательно, вопреки господствовавшему в то время догмату, не равны и лица («ипостаси») Святой Троицы.

⁶¹ Джон Мейнард Кейнс (*John Maynard Keynes*, 1883–1946) – британский экономист, основатель современной макроэкономической теории.

Это была ссылка на математическое понятие, известное как закон обратных квадратов, который, как был твердо убежден Галлей, лежал в основе объяснения, но ему было не вполне ясно, как это показать.

Сэр Исаак сразу же ответил, что это будет [эллипс]. Доктор страшно обрадовался и с удивлением спросил, откуда ему это известно. «Обоснование?» – ответил тот. – Я это вычислил». Д-р Галлей сразу попросил показать эти вычисления. Сэр Исаак поискал у себя в бумагах, но не нашел.

Поразительно – все равно что сказать, что нашел лекарство от рака, а потом забыл, куда положил формулу. По настоянию Галлея Ньютон согласился заново сделать расчеты и опубликовать статью. Он выполнил обещание, а потом сделал куда больше. Уединившись на два года напряженных размышлений, он наконец произвел на свет свой шедевр: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, или «Математические начала натуральной философии», более известный как «Начала» Ньютона.

Крайне редко, всего несколько раз в истории, человеческий ум делал наблюдения до того пронзательные и неожиданные, что трудно решить, что здесь более поразительно – сам факт или постигшая его мысль. Появление «Начал» было одним из таких моментов. Благодаря им Ньютон мгновенно стал знаменитым. До конца своих дней он купался в почестях, став, среди прочего, первым лицом в Англии, удостоенным рыцарского звания за научные заслуги. Даже великий немецкий математик Готфрид фон Лейбниц, с которым у Ньютона шла долгая ожесточенная борьба за приоритет в создании дифференциального и интегрального исчисления, считал, что вклад Ньютона в математику равен всему накопленному до него. «Ближе к богам не может стоять ни один смертный», – писал Галлей, выражая чувства, многократно отражавшиеся в настроениях его современников и множества других людей впоследствии.

Хотя «Начала» называли «одной из самых недоступных для понимания среди когда-либо написанных книг» (Ньютон намеренно сделал ее трудной, чтобы на ней не паразитировали математические «верхогляды», как он их называл), она служила путеводной звездой тем, кто сумел ее понять. В ней не только математически объяснялись орбиты небесных тел, но и определялась притягивающая сила, в первую очередь ответственная за их движение, – гравитация. Каждое движение во Вселенной вдруг обрело смысл.

В основе «Начал» лежат три закона механики Ньютона (которые утверждают предельно четко, что тело ускоряется в том направлении, в котором получает толчок; что оно будет двигаться равномерно и прямолинейно до тех пор, пока другая сила не замедлит или не отклонит его, и что каждое действие встречает противоположно направленное и равное по силе противодействие) и его закон всемирного тяготения. Он устанавливает, что каждое тело во Вселенной притягивает к себе все другие. Может показаться, что это не так, однако, сидя там, где вы сидите сейчас, вы притягиваете к себе все, что вас окружает: стены, потолок, лампу, любимую кошку, – своим слабым (действительно очень слабым) гравитационным полем. Именно Ньютон осознал, что притяжение двух тел, пользуясь снова словами Фейнмана, «пропорционально массе каждого из них и изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния между ними». Иными словами, если удвоить расстояние между двумя телами, притяжение между ними уменьшится в четыре раза. Это можно выразить формулой:

$$F = GMm/r^2,$$

которая, разумеется, для большинства из нас не представляет никакого практического значения, но мы по крайней мере можем оценить ее изящество и лаконичность. Пара неслож-

ных умножений, простое деление, и – бинго! – вы знаете свое гравитационное состояние, где бы вы ни находились. Это был первый по-настоящему всеобщий закон природы, постигнутый и сформулированный человеческим умом. Потому Ньютон всюду пользуется таким глубоким уважением.

Издание «Начал» не обошлось без драмы. К ужасу Галлея, когда труд приближался к завершению, Ньютон с Гуком ввязались в спор о приоритете в отношении закона обратных квадратов, и Ньютон отказался отдавать в печать ключевой третий том, без которого в первых двух оставалось мало смысла. Только посредством отчаянной челночной дипломатии и щедро расточавшейся лести Галлею в конце концов удалось добыть у непредсказуемого профессора заключительный том.

Но на этом беды Галлея не закончились. Королевское общество⁶², обещавшее издать этот труд, теперь вышло из игры, сославшись на финансовые затруднения. Годом раньше общество поддержало издание дорогостоящей и с треском провалившейся книги «История рыб» и полагало, что книга о математических началах тоже едва ли будет пользоваться спросом. Галлей, чьи средства были не так уж велики, заплатил за издание книги из своего кармана. Ньютон по свойственной ему привычке не дал ничего. И в довершение ко всем неприятностям Галлею, только что согласившемуся занять должность секретаря общества, сообщили, что общество больше не в состоянии платить ему обещанное жалованье – 50 фунтов стерлингов в год. Вместо этого ему заплатили экземплярами «Истории рыб».

Законы Ньютона объясняли такое множество вещей – морские приливы и отливы, движения планет, траекторию пушечных ядер, прежде чем они упадут на землю, и почему при вращении нашей планеты со скоростью в сотни километров в час⁶³ нас не выбрасывает в космическое пространство, – что потребовалось какое-то время, чтобы постепенно осмыслить их значение. Но одно открытие почти сразу вызвало споры.

Это было предположение о том, что Земля не совсем круглая. Согласно теории Ньютона, центробежная сила вращения Земли должна приводить к появлению небольшого сжатия у полюсов и выпуклости у экватора, отчего планета должна стать слегка сплюсненной. Это означало, что длина градуса меридиана в Италии не будет такой же, как в Шотландии. А именно, эта длина будет уменьшаться по мере удаления от полюсов. Эта идея вряд ли пришлась по вкусу тем ученым, чьи измерения размеров планеты строились на предположении, что она представляет собой идеальный шар, а так думали все.

Полстолетия люди пытались определить размеры Земли, главным образом путем весьма скрупулезных измерений. Одна из первых попыток такого рода была предпринята английским математиком Ричардом Норвудом. В молодости Норвуд ездил на Бермуды с водолазным колоколом, изготовленным по проекту Галлея, намереваясь сбором жемчуга на морском дне составить состояние. Проект закончился неудачей, потому что жемчуга там не оказалось, к тому же колокол Норвуда не работал, однако Норвуд был не из тех, кто пренебрегает приобретенным опытом. В начале XVII века Бермуды славились среди капитанов тем, что их было трудно отыскать. Дело в том, что океан велик, Бермуды малы, а навигационные приборы были абсолютно непригодны для преодоления этой несоразмерности. Не было даже согласия относительно длины морской мили. На океанских просторах малейшая ошибка в расчетах многократно возрастала, так что корабли часто очень сильно промахивались мимо целей величиной с Бермуды. Норвуд, первой любовью которого была тригонометрия, а значит, и измерение углов,

⁶² Лондонское королевское общество – ведущая британская научная организация.

⁶³ Насколько быстро вы вращаетесь, зависит от того, где вы находитесь. Скорость вращения Земли изменяется от более чем 1600 километров в час на экваторе до нуля на полюсах. В Лондоне эта скорость составляет 1038 километров в час.

решил привнести в навигационное искусство долю математической точности и с этой целью взялся определить длину градуса.

Отправившись от стен лондонского Тауэра, Норвуд за два года самозабвенно прошагал 333 километра на север до Йорка, по пути бесчисленное множество раз растягивая мерную цепь и педантично делая поправки на подъемы, спуски и изгибы дороги. Последним шагом было измерение высоты Солнца в Йорке в то же время дня и в тот же день года, когда он сделал первое измерение в Лондоне. Исходя из этого, рассуждал он, можно определить длину одного градуса земного меридиана и тем самым вычислить длину всей окружности. Это была почти абсурдная по своей амбициозности затея – ошибка в малейшую долю градуса исказила бы результат на много миль, – однако на деле оказалось, как с гордостью провозгласил Норвуд, что он измерил градус с точностью «до шепотки», а если точнее, то приблизительно до пятисот метров. Итоговая величина составляла 110,72 километра на градус меридиана.

В 1637 году вышел в свет шедевр Норвуда в области навигации «Практическое руководство морехода», книга, немедленно ставшая популярной. Она выдержала семнадцать изданий и продавалась даже спустя двадцать пять лет после смерти автора. Норвуд с семьей вернулся на Бермуды, где стал преуспевающим плантатором, а свободные часы отдавал своей первой любви – тригонометрии. Он прожил там тридцать восемь лет, и было бы приятно сообщить, что дни его протекали в счастье и благоденствии. На деле жизнь сложилась не так. По пути из Англии двоих его юных сыновей поместили в одну каюту с преподобным Натаниэлом Уайтом, и они каким-то образом до того травмировали молодого священника, что тот до конца своей карьеры практически занимался только тем, что досаждал Норвуду любыми мелкими пакостями, на какие только был способен.

Лишние огорчения причинили Норвуду и двое дочерей своими неудачными замужествами. Один из зятьев, возможно по наущению того самого священника, постоянно по мелочам подавал на Норвуда в суд, вызывая большое раздражение и вынуждая совершать бесконечные поездки по Бермудам для защиты в суде. Наконец, в 1650-х годах до Бермуд докатились суды над ведьмами, и последние годы жизни Норвуд провел в страшной тревоге, что его труды по тригонометрии с их загадочными символами сочтут за связи с дьяволом и его подвергнут страшной казни. О Норвуде известно крайне мало, возможно, он действительно заслужил все эти несчастья на склоне лет. Но со всей определенностью можно лишь утверждать, что он их испытал.

Тем временем интерес к определению длины окружности Земли переместился во Францию. Там астроном Жан Пикар разработал поразительно сложный метод триангуляционной съемки с применением квадрантов, маятниковых часов, зенитных секторов⁶⁴ и телескопов (для наблюдения за движением спутников Юпитера). В 1669 году, после двухлетних разъездов по всей Франции и триангуляционных съемок по своему методу, он объявил уточненный размер одного градуса меридиана – 110,46 километра. Это стало источником великой гордости для французов, но результат основывался на предположении, что Земля представляет собой идеальный шар, а Ньютон теперь утверждал, что это не так.

Положение еще более осложнилось, когда после смерти Пикара Джованни и Жак Кассини, отец с сыном, повторили его эксперименты на большей площади и пришли к выводу, что Земля становится толще к полюсам, а не к экватору – другими словами, что Ньютон ошибался с точностью до наоборот. Именно это обстоятельство подтолкнуло Академию наук послать Буге и ла Кондамина в Южную Америку для новых измерений.

Они выбрали Анды, потому что требовалось проводить измерения близ экватора, дабы определить, действительно ли здесь имеется отличие в кривизне земной поверхности, и потому что они полагали, что в горах видимость будет лучше. На деле же оказалось, что горы в Перу

⁶⁴ Зенитный сектор – переносной астрономический прибор для точного измерения положений светил вблизи зенита.

постоянно окутаны облаками, и группе приходилось неделями ждать ясного часа для проведения работ. И в довершение всего они выбрали почти самую труднопроходимую местность на Земле. Перуанцы называют свой ландшафт *tiyu accidentado* – сильно изорванным, – и он, вне всякого сомнения, именно такой. Французам пришлось карабкаться по одним из самых трудных в мире горам, – горам, которые не могли одолеть даже их мулы, – но чтобы добраться до них, пришлось переправляться через бурные реки, прорубаться через джунгли, пересечь протянувшуюся на много миль высокогорную каменистую пустыню, и почти все это не было нанесено на карты и находилось вдали от каких-либо источников снабжения. Но Буге и ла Кондамину настойчивости было не занимать, и они упорно выполняли поставленную перед ними задачу на протяжении девяти с половиной долгих, суровых, опаленных солнцем лет. Незадолго до завершения проекта до них дошла весть, что другая французская группа, проводившая измерения на севере Скандинавии (и тоже столкнувшаяся с серьезными препятствиями от болотных трясин до опасных ледяных торосов), обнаружила, что ближе к полюсам градус действительно длиннее, как и предсказывал Ньютон. Земля оказалась на 43 километра толще, если измерять ее на экваторе, чем при измерении сверху вниз – от полюса к полюсу.

Таким образом, Буге и ла Кондамин потратили почти десять лет на получение результата, который не слишком им нравился, и все для того, чтобы, получив его, узнать, что они даже не были первыми. Без всякого интереса они завершили съемки, подтвердившие правильность результатов другой французской группы. Затем, по-прежнему не разговаривая друг с другом, вернулись на побережье и на разных кораблях отплыли домой⁶⁵.

* * *

В «Началах» Ньютона содержалось еще одно предположение – о том, что отвесная линия будет вблизи горы слегка отклоняться к ней под воздействием ее гравитационной массы наряду с земной. Это был более чем любопытный факт. Если точно измерить угол отклонения и определить массу горы, можно вычислить постоянную всемирного тяготения, то есть фундаментальную для силы гравитации величину, обозначаемую буквой G , а заодно и определить массу Земли.

Буге и ла Кондамин попытались сделать это на перуанском вулкане Чимборасо, но потерпели неудачу из-за технических трудностей и собственных раздоров, так что идея была оставлена в покое на тридцать лет, пока ее не воскресил в Англии королевский астроном Невил Маскелайн. В популярной книжке Давы Собел «Долгота» Маскелайн выставлен дураком и негодяем за то, что не оценил таланта часовых дел мастера Джона Харрисона. Возможно, так оно и было, но мы признательны ему за другие дела, не упомянутые в ее книге, и среди них не последнее место занимает успешный метод взвешивания Земли.

Маскелайн понял, что ключ к решению в том, чтобы найти гору достаточно правильной формы, чтобы оценить ее массу. По его настоянию Королевское общество согласилось поручить заслуживающему доверия лицу объехать Британские острова и постараться подыскать такую гору. У Маскелайна как раз был на примете подходящий человек – астроном и геодезист Чарлз Мейсон. Маскелайн с Мейсоном подружились за одиннадцать лет до того, занимаясь наблюдениями очень важного астрономического явления – прохождения планеты Венера по солнечному диску. Неутомимый Эдмунд Галлей за много лет до этого события высказал мысль, что если произвести измерения во время одного из этих прохождений с выбранных на Земле точек, то по правилам триангуляции можно вычислить расстояние от Земли до Солнца и тем самым выполнить калибровку расстояний до всех остальных тел Солнечной системы.

⁶⁵ Ла Кондамин, перед тем как отправиться на родину, первым среди европейских ученых предпринял крайне опасное путешествие вниз по течению Амазонки.

К сожалению, прохождения Венеры по диску Солнца происходят весьма нерегулярно. Они следуют парами с интервалом в восемь лет, а затем их не бывает целое столетие или больше, и при жизни Галлея не случилось ни одного⁶⁶. Однако идея теплилась, и, когда в 1761 году, спустя почти два десятка лет после смерти Галлея, настало время очередного прохождения, научный мир был готов к нему – более готов, чем к какому-либо прежнему астрономическому событию.

С присущей веку подспудной готовностью к тяжелым испытаниям ученые отправились более чем в сотню мест по всей планете – в Сибирь, Китай, Южную Африку, Индонезию, в леса Висконсина и во многие другие районы. Франция направила тридцать два наблюдателя, Британия – восемнадцать, были наблюдатели из Швеции, России, Италии, Германии, Ирландии и из других стран.

Это было первое в истории совместное международное научное предприятие, и почти всюду оно столкнулось с трудностями. Многих наблюдателей остановили войны, болезни или кораблекрушения. Другие добрались до мест назначения, но, открыв ящики, обнаружили, что оборудование либо разбито, либо покорежилось от тропической жары. И вновь волею судеб среди французов оказались самые неудачливые участники. Жан Шапп много месяцев каретами, лодками, санями добирался до Сибири, бережно прижимая к груди при каждом опасном толчке свои хрупкие инструменты, чтобы к концу пути узнать, что последний, крайне важный отрезок преградили реки, разлившиеся в результате необычно сильных весенних дождей, вину за которые местные обитатели возложили на самого астронома, едва увидели, как он нацеливает на небо странные приборы. Шаппу удалось спастись, но никаких полезных измерений он выполнить не смог.

Еще больше не повезло Гийому ле Жентилю, злключения которого замечательно описаны Тимоти Феррисом в книге «Совершеннолетие на Млечном Пути». Ле Жентиль отправился из Франции за год до события, чтобы наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца из Индии, но из-за всяческих задержек в день прохождения он все еще был в море – хуже места не придумаешь, поскольку при качке надежных измерений не сделать.

Не сломленный неудачей ле Жентиль проследовал в Индию и остался там ждать второго прохождения в 1769 году. Имея в запасе восемь лет, он соорудил первоклассный наблюдательный пункт, не раз проверил все приборы и держал их в идеальной готовности. Утро 4 июня 1769 года, в день второго прохождения, было ясным; но, как только явление началось, на солнце набежало облако и оставалось там почти ровно столько времени, сколько длилось прохождение – три часа четырнадцать минут и семь секунд.

Ле Жентиль стойчески упаковал приборы и отправился в ближайший порт, но по пути подхватил дизентерию и проболел почти год. Все еще будучи ослабленным болезнью, он сел на корабль, который едва не погиб в тропическом циклоне у берегов Африки. Когда он наконец добрался до дома, через одиннадцать с половиной лет после начала путешествия и не получив никаких результатов, то обнаружил, что за время отсутствия родственники успели объявить его умершим и с радостью растащили все имущество.

В сравнении с этим неприятности, испытанные восемнадцатью разбросанными по миру английскими наблюдателями, были небольшими. Мейсон оказался в паре с молодым геодезистом Джеремием Диксоном, и они, по-видимому, хорошо сработались, поскольку в дальнейшем долго и успешно сотрудничали. Им было поручено ехать на Суматру и оттуда фиксировать прохождение, однако уже на второй день после отплытия на их корабль напал французский фрегат. (Если ученые были склонны к международному сотрудничеству, то у государств подобного не наблюдалось.) Мейсон с Диксоном направили в Королевское общество сообщение о

⁶⁶ Прохождение Венеры по диску Солнца имело место 8 июня 2004 года, следующее – 6 июня 2012 года. В XX веке их не было ни одного.

крайне опасном, на их взгляд, положении в открытом море и спрашивали, не стоит ли отменить все это мероприятие. В ответ они без задержки получили холодную отповедь с напоминанием о том, что им уже уплачено, что страна и научное сообщество на них рассчитывают, а отказ продолжать экспедицию непоправимо подорвет их репутацию. Проглотив эту горькую пилюлю, они продолжили плавание, но в пути их догнало сообщение о том, что Суматра перешла в руки французов, и наблюдать прохождение пришлось с полдороги у мыса Доброй Надежды. На обратном пути они останавливались на затерянном в Атлантике островке Святой Елены, где встретили Маскелайна, чьи наблюдения сорвались из-за облачности. Мейсон и Маскелайн крепко подружились и очень приятно (а возможно, с некоторой пользой) провели несколько недель, составляя график приливов и отливов.

Вскоре Маскелайн вернулся в Англию, где стал Королевским астрономом, а Мейсон с Диксоном – теперь явно более закаленные – отправились на четыре долгих и полных опасностей года проводить топографическую съемку 390 километров дикой американской территории, дабы уладить пограничный спор между Уильямом Пенном и лордом Балтимором по поводу их колоний – Пенсильвании и Мериленда. В результате появилась знаменитая линия Мейсона – Диксона, позднее получившая символическое значение как разделительная черта между рабовладельческими и свободными штатами. (Хотя прокладка линии была их главной задачей, они также выполнили ряд астрономических наблюдений, в частности одно из самых точных в том веке измерений градуса меридиана – достижение, которое было встречено в Англии с куда большим энтузиазмом, нежели урегулирование пограничного спора между капризными аристократами.)

Вернувшись в Европу, Маскелайн и его коллеги в Германии и во Франции были вынуждены признать, что наблюдения прохождения Венеры в 1761 году, по существу, сорвались. Одна из трудностей, как это ни парадоксально, заключалась в том, что было слишком много наблюдений, результаты которых, собранные вместе, зачастую вступали в неразрешимые противоречия. Успешно зафиксировать прохождение Венеры по диску Солнца выпало на долю Джеймса Кука, малоизвестного капитана родом из Йоркшира, который наблюдал прохождение 1769 года с залитой солнцем вершины горы на Таити. Вслед за тем ему предстояло нанести на карту Австралию и заявить на нее права британской короны. После его возвращения у французского астронома Жозефа Лаланда появилось достаточно данных, чтобы вычислить среднее расстояние от Земли до Солнца – чуть больше 150 миллионов километров. (Два следующих прохождения в XIX веке позволили астрономам остановиться на величине 149,59 миллиона километров. Теперь нам известно точное расстояние – 149,597870691 миллиона километров⁶⁷.) Земля наконец обрела свое место в космосе.

* * *

Что касается Мейсона и Диксона, они вернулись в Англию героями науки, но по неизвестным причинам прекратили сотрудничество. Несмотря на их активное участие во многих важных научных событиях восемнадцатого столетия, очень мало известно о них лично. Не сохранилось портретов, мало письменных ссылок. О Диксоне «Национальный биографический словарь» загадочно сообщает: «Говорят, что он родился в угольной шахте», оставляя фантазии читателей объяснение столь необычных обстоятельств, и добавляет, что умер он в Дареме в 1777 году. Кроме имени и упоминания о длительном сотрудничестве с Мейсоном, ничего больше не сообщается.

⁶⁷ Это принятое Международным астрономическим союзом значение астрономической единицы – среднего расстояния от Земли до Солнца. Оно известно с погрешностью ± 30 метров. В течение года расстояние до Солнца меняется на величину $\pm 2\%$ из-за того, что орбита Земли не идеально круговая.

С Мейсоном неясностей чуть меньше. Известно, что в 1772 году по рекомендации Маскелайна он принял поручение подыскать подходящую гору для проведения эксперимента с гравитационным отклонением отвеса и в конце концов доложил, что требуемая гора находится на севере Шотландии, над озером Тэй, и называется она Шихаллион. Однако ничто не могло убедить его остаться там на лето для проведения измерений. Больше он никогда не возвращался к полевым исследованиям. Следующее упоминание о нем относится к 1786 году, когда он при загадочных обстоятельствах внезапно объявился с женой и восемью детьми в Филдс-дельфии, находясь, по-видимому, на грани нищеты. После завершения топографических съемок он не возвращался в Америку восемнадцать лет, и у него не было ни известных нам причин появиться здесь снова, ни друзей или покровителей, которые были бы рады его встретить. Несколько недель спустя он скончался.

Поскольку Мейсон отказался от топосъемки горы, эта работа выпала на долю Маскелайна. Летом 1774 года Маскелайн на четыре месяца поселился в палатке в горной долине в глубине Шотландии, чтобы руководить бригадой геодезистов, которые выполняли сотни измерений во всех доступных точках. Чтобы определить массу горы на основе этого множества чисел, требовалось произвести уйму вычислений. К этой работе был привлечен математик Чарлз Хаттон. Геодезисты усеяли карту множеством чисел; каждое означало высоту в отдельной точке горы или в ее окрестностях. Получалась ужасная путаница из цифр, но Хаттон заметил, что если взять карандаш и соединить числа, означающие равные высоты, то все становится намного яснее. Можно было сразу получить представление об общих очертаниях и крутизне горы. Так, Хаттон изобрел изогипсы – линии равных высот.

Экстраполируя обмеры горы Шихаллион, Хаттон вычислил массу Земли – 5 миллиардов триллионов ($5 \cdot 10^{21}$) тонн, а отсюда можно было вывести массы всех других крупных тел Солнечной системы, включая само Солнце. Так что благодаря одному этому эксперименту мы узнали массы Земли, Солнца, Луны, других планет, их спутников и в придачу получили изогипсы – неплохо для работ одного лета.

Правда, эти результаты удовлетворили не всех. Недостатком эксперимента с горой Шихаллион явилось то, что было невозможно получить точные цифры, не зная плотности горы. Хаттон для удобства принял ее равной плотности обычного камня, примерно в 2,5 раза больше плотности воды, но это было не более чем научное предположение.

Самой необычной на первый взгляд фигурой, уделившей много внимания вопросу о массе Земли, был сельский священник по имени Джон Мичелл, живший в глухой йоркширской деревушке Торнхилл. Несмотря на отдаленность проживания и сравнительно скромную должность, Мичелл был одним из выдающихся мыслителей XVII века и как ученый пользовался большим уважением.

Среди множества прочих научных деяний он постиг волноподобную природу землетрясений, осуществил целый ряд оригинальных исследований в области магнетизма и гравитации и, что совсем удивительно, предвидел возможность черных дыр на две сотни лет раньше других – шаг, который не смог сделать даже Ньютон. Когда уроженец Германии музыкант Вильям Гершель решил, что его подлинным призванием в жизни является астрономия, за руководством, как делать телескопы, он обратился именно к Мичеллу, чьей любезной услуге вечно будет обязана наука о планетах⁶⁸.

Но из всего того, что оставил после себя Мичелл, по изобретательности и воздействию на развитие науки ничто не могло сравниться с механизмом, который он сконструировал и изготовил для измерения массы Земли. К сожалению, он умер, не успев осуществить экспе-

⁶⁸ В 1781 году Гершель первым в Новое время открыл планету. Он хотел назвать ее Георгом в честь британского монарха, но предложение отклонили. Вместо этого она стала Ураном.

рименты; идея и необходимая аппаратура перешли к выдающемуся, но потрясаяще застенчивому лондонскому ученому по имени Генри Кавендиш.

Кавендиш сам по себе заслуживает отдельной книги. Родившийся в богатой титулованной семье – его деды были герцогами, один Девонширский, другой Кентский, – он был самым одаренным английским ученым своего века и в то же время самым странным. Он страдал застенчивостью, по словам одного из его немногих биографов, «граничившей с болезнью». Всякий человеческий контакт был для него источником глубочайшего дискомфорта.

Как-то раз, открыв дверь, он увидел на пороге одного из своих австрийских поклонников, только что приехавшего из Вены. Австриец принялся взволнованно бормотать о своем восхищении. Некоторое время Кавендиш воспринимал все эти комплименты словно удары палкой, а затем, не выдержав, убежал по дорожке и скрылся за воротами, оставив распахнутой входную дверь. Только спустя несколько часов его уговорили вернуться в собственный дом. Даже экономка общалась с ним по переписке.

Хотя иногда он отваживался появляться в обществе – особенно он любил бывать на званых научных вечерах, которые еженедельно проходили у выдающегося натуралиста сэра Джозефа Бэнкса, – остальным гостям всегда давали понять, чтобы они ни в коем случае не обращались к Кавендишу и даже не смотрели в его сторону. Тем, кто хотел знать его мнение, советовали не спеша, будто бы случайно пройти поблизости и «говорить как бы в пустоту». Если их реплики заслуживали внимания с точки зрения науки, то они могли услышать невнятный ответ, но чаще всего в ответ раздавался раздраженный писк (голос у него, кажется, был очень высокий), и, оглянувшись, можно было действительно увидеть пустоту и спину Кавендиша, убегающего в более спокойный уголок.

Богатство и склонность к отшельничеству дали ему возможность превратить свой дом в Клэпеме в большую лабораторию, где он мог без помех бродить по всем уголкам физической науки – изучать электричество, тепло, силу тяжести, словом, все, что относилось к строению вещества. Вторая половина XVII века была временем, когда склонные к науке люди проявляли углубленный интерес к свойствам фундаментальных физических сущностей – в особенности газов и электричества, – начинали присматриваться к тому, что можно с ними сделать, проявляя зачастую больше рвения, чем здравого смысла. В Америке Бенджамин Франклин прославился тем, что, рискуя жизнью, запускал змея в грозу. Во Франции химик Пилатр де Розье испытывал воспламеняемость водорода, набирая его в рот и выдувая в открытое пламя. Одним махом он доказал, что водород действительно легко воспламеняется и что брови – не обязательная принадлежность лица. Кавендиш, в свою очередь, проводил эксперименты, в ходе которых подвергал себя воздействию электрических разрядов разной силы, старательно отмечая нарастание мучительных ощущений, пока оставалась возможность держать перо или сохранять сознание, но, впрочем, не далее того.

За свою долгую жизнь Кавендиш сделал ряд выдающихся открытий – среди многого другого он первым выделил водород и первым соединил водород и кислород, получив воду, – но почти все, что он делал, не обходилось без странностей. К постоянному недовольству его ученых коллег в публикуемых работах он часто ссылался на результаты экспериментов, о которых раньше не сообщал. В своей скрытности он не только напоминал Ньютона, но и во многом превосходил его. Его эксперименты с электрической проводимостью на столетие опережали время, но, к сожалению, оставались неизвестными, пока это столетие не прошло. На самом деле большая часть проделанного им не была известна до конца XIX века, когда кембриджский физик Джеймс Клерк Максвелл⁶⁹ взял на себя задачу подготовки бумаг Кавендиша к печати; к тому времени почти все его открытия уже принадлежали другим ученым.

⁶⁹ Джеймс Клерк Максвелл (*James Clerk Maxwell*, 1831–1879) – выдающийся британский физик, создатель современной теории электромагнетизма.

Среди многого другого, о чем Кавендиш никому не говорил, он открыл или предвосхитил закон сохранения энергии, закон Ома, закон парциальных давлений Дальтона, закон эквивалентов Рихтера, закон идеального газа Шарля, принципы электрической проводимости. И это лишь часть всех открытий. По утверждению историка науки Дж. Г. Кроутера, Кавендиш также предвосхитил «исследования Кельвина и Дж. Х. Дарвина о замедляющем влиянии приливного трения на скорость вращения Земли, опубликованные в 1915 году, сообщение Лармора о локальном атмосферном охлаждении... работу Пикеринга о замораживающих смесях и некоторые из трудов Рузбума о гетерогенных равновесиях». Наконец, он получил результаты, которые непосредственно привели к открытию группы элементов, известных как инертные газы, часть из которых настолько неуловимы, что последний не удавалось обнаружить до 1962 года. Но нас в данном случае интересует последний из известных экспериментов Кавендиша, когда поздним летом 1797 года он в возрасте шестидесяти семи лет обратил внимание на ящики с аппаратурой, оставленные ему – очевидно, из чистого научного уважения – Джоном Мичеллом.

В собранном виде прибор Мичелла напоминал тренажер для накачивания мышц фирмы «Наутилус», сделанный в XVIII веке. Он включал грузы, противовесы, маятники, рукоятки и скручивающиеся металлические тросы. Сердцевину прибора составляли два 350-фунтовых свинцовых шара, помещенные рядом с двумя шарами меньшего размера. Замысел состоял в том, чтобы измерить гравитационное отклонение малых шаров под воздействием больших, что позволило бы впервые измерить ускользающе малую величину гравитационной постоянной, а отсюда можно было бы вывести вес (а точнее говоря, массу)⁷⁰ Земли.

Из-за того, что сила тяжести удерживает планеты на орбите, а вещи, которые мы роняем, со стуком падают на пол, мы склонны думать, что это очень мощная сила, но на самом деле это не так. Она является мощной только в собирательном смысле, когда один массивный объект, такой как Солнце, удерживает другой массивный объект, подобный Земле. На элементарном уровне гравитация чрезвычайно слаба. Каждый раз, когда вы берете со стола книгу или поднимаете с пола монету, вы без труда преодолеваете гравитационное напряжение целой планеты. И вот Кавендиш как раз и попытался измерить притяжение между очень легкими предметами.

Ключом к успеху была точность. В помещении, где находился прибор, нельзя было допустить ни малейших помех, так что Кавендиш расположился в соседней комнате и вел наблюдения через специальный глазок с помощью телескопа. Работа была невообразимо изнурительной; потребовалось семнадцать точнейших взаимосвязанных измерений, выполнение которых заняло почти целый год. Когда наконец Кавендиш закончил расчеты, он объявил, что Земля весит чуть больше 13 000 000 000 000 000 000 фунтов, или шесть миллиардов триллионов метрических тонн, если пользоваться современной системой измерений. (Метрическая тонна – это 1000 килограммов, или 2205 фунтов.)

Сегодня ученые имеют в своем распоряжении приборы настолько точные, что могут определить вес отдельной бактерии, и настолько чувствительные, что могут дать сбой, если кто-то зевнет на расстоянии двадцати метров, но они лишь незначительно уточнили результаты, полученные Кавендишем в 1797 году. По самым точным нынешним оценкам, Земля весит 5,9725 миллиарда триллионов тонн – разница по сравнению с данными, полученными Кавендишем, всего лишь полпроцента. Интересно, что все эти измерения лишь подтвердили оценки, сделанные Ньютоном за 110 лет до Кавендиша без каких-либо экспериментов.

⁷⁰ Для физика масса и вес – две совершенно разные вещи. Ваша масса остается той же самой, где бы вы ни находились, а вес изменяется в зависимости от того, как далеко вы расположены от центра другого массивного объекта, вроде планеты. Отправляйтесь на Луну, и там вы будете намного легче, но не менее массивны. На Земле же из утилитарных соображений масса и вес отождествляются, так что оба термина можно считать синонимами по крайней мере за пределами учебного класса.

В целом к концу XVIII века ученые имели очень точное представление о форме и размерах Земли и об ее удаленности от Солнца и планет; теперь же Кавендиш, даже не покидая дома, прибавил к этим сведениям массу Земли. Поэтому можно было бы ожидать, что определение возраста Земли окажется сравнительно простым делом. В конце концов, необходимые материалы лежат буквально у нас под ногами. Но нет. Люди расщепят атом, изобретут телевидение, нейлон и растворимый кофе, прежде чем определят возраст собственной планеты.

Чтобы понять, почему так случилось, мы должны отправиться на север, в Шотландию, и начать со знакомства с яркой гениальной личностью, о которой мало кто слышал, – с человеком, который создал новую науку, называемую геологией.

Глава 5. Камнеломы

Как раз в то время, когда Генри Кавендиш завершал свои эксперименты в Лондоне, в четырехстах милях от него в Эдинбурге наступал финальный момент иного рода – умирал Джеймс Хаттон. Разумеется, это было печальное событие для Хаттона, но, с другой стороны, оно открывало новые возможности для науки, ибо позволяло человеку по имени Джон Плейфер переписать труд Хаттона, не боясь попасть в неловкое положение.

По всем свидетельствам, Хаттон обладал проницательным умом, был живым собеседником, душой компании. Ему не было равных в понимании загадочных медленно текущих процессов, сформировавших Землю. К сожалению, ему не дано было изложить свои представления в доступном для всех виде. Он был, как заметил с тяжелым вздохом один из его биографов, «полным профаном по части владения словом». Почти от любой из написанных им строк клоунило ко сну. Вот как он в своем шедевре 1795 года «Теория Земли с доказательствами и иллюстрациями» рассуждает... м-м, о чем-то:

Мир, который мы населяем, составлен из материалов, не из почвы, которая была непосредственной предшественницей теперешней, а из почвы, которую, отталкиваясь от нынешней, мы считаем третьей и которая предшествовала суше, которая была над поверхностью моря, когда наша нынешняя суша еще была под водой океана.

И тем не менее именно он в одиночку, без посторонней помощи, блистательным образом создал геологическую науку и изменил наши представления о Земле.

Хаттон родился в 1726 году в состоятельной шотландской семье, и материальное положение позволило ему большую часть жизни посвятить широкому кругу доставлявших удовольствие нетрудных занятий и интеллектуальному совершенствованию. Он изучал медицину, но она не пришлась ему по вкусу, и тогда он обратился к сельскому хозяйству, которое вел, не слишком себя обременяя, но на научной основе, в родовом имении в Бервикшире. Потом поля и стада ему надоели, и он в 1768 году переехал в Эдинбург, где основал преуспевающее предприятие – стал производить из сажи нашатырь и занялся различными научными изысканиями. В то время в Эдинбурге собрались лучшие интеллектуальные силы, и Хаттон сполна использовал возможности обогащения своих знаний. Он становится видным членом общества, носившего название «Ойстер клуб» («Устричный клуб»), где проводит вечера в компании таких людей, как экономист Адам Смит, химик Джозеф Блэк и философ Дэвид Юм, а также изредка посещавших клуб знаменитостей вроде Бенджамина Франклина и Джеймса Уатта.

В традициях своего времени Хаттон интересовался практически всем – от минералогии до метафизики. Наряду со многим другим он экспериментировал с химическими препаратами, изучал способы добычи угля и строительства каналов, бывал в соляных копиях, размышлял над механизмами наследственности, собирал окаменелости, выдвигал теории происхождения дождя и состава воздуха и даже формулировал законы движения. Но сферой его особых интересов была геология.

Среди вопросов, вызывавших интерес в этот фанатически любознательный век, был один, над которым люди долгое время ломали головы, а именно: почему раковины древних морских моллюсков и другие морские окаменелости так часто находят на вершинах гор?

Как их туда занесло? Те, кто считал, что знают ответ, разделились на два противостоящих друг другу лагеря. Одна группа, известная как нептунисты, была убеждена, что все на Земле, включая морские раковины на невероятно возвышенных местах, можно объяснить повышением и понижением уровня моря. Нептунисты считали, что холмы, горы и другие детали

рельефа стары, как сама Земля, и подвергались изменениям, только когда их заливало водой в периоды всемирных потопов.

Их оппонентами были плутонисты, которые отмечали, что вулканы и землетрясения наряду с другими активными процессами непрерывно меняют лицо планеты, но нет никаких признаков столь своенравного поведения морей. Плутонисты также задавали щекотливые вопросы: куда девается вода, когда не бывает потопов? Если ее хватало, чтобы затопить Альпы, то скажите тогда, где же она находится в спокойные времена, как теперь? По их убеждению, Земля наряду с поверхностными факторами подвергается воздействию мощных внутренних сил. Однако и они не могли убедительно объяснить, как туда, наверх, попали все эти раковины моллюсков.

Размышляя над этими парадоксами, Хаттон как раз и высказал ряд поразительных догадок. У себя на ферме он наблюдал, что почва создается в результате эрозии горных пород и что частицы этой почвы постоянно смываются и уносятся ручьями и реками, чтобы осесть в других местах. Он понял, что если бы этот процесс продолжался до своего естественного завершения, то в конечном счете Земля стала бы довольно ровной. Однако вокруг возвышались холмы и горы. Ясно, что должен быть какой-то дополнительный процесс, некий путь восстановления и поднятия, формирующий новые холмы и горы, поддерживающий весь этот цикл. Окаменелые морские существа, решил он, не оставались на вершинах после наводнений, а поднимались вместе с самими горами. Он также пришел к выводу, что внутренний жар Земли создает новые горные породы и континенты, вздымает горные хребты. Будет не лишним заметить, что геологи почти двести лет не могли в полной мере осознать значение этой идеи, пока наконец не получила признание концепция тектоники плит. Главная особенность теории Хаттона состояла в том, что предполагаемые процессы формирования Земли требовали таких колоссальных отрезков времени, каких тогда никто не мог даже представить. Словом, озарений было достаточно, чтобы в корне изменить наши представления о Земле.

В 1785 году Хаттон изложил свои мысли в длинном докладе, который зачитал на нескольких заседаниях Королевского общества Эдинбурга. Доклад не привлек практически никакого внимания. Нетрудно понять причину. Вот иллюстрация того, как он излагал его содержание слушателям:

В одном случае формирующей причиной служит тело, которое отделено; ибо после того, как тело приведено в действие теплотой, реакция соответствующего вещества тела создает трещину, которая служит основой для образования жилы. В другом случае причина опять является внешней по отношению к телу, в котором образуется трещина. Произошел очень резкий разрыв и разделение; но причину еще предстоит найти; и она, как представляется, не в жиле; потому что не в каждом разрыве или дислокации твердого тела нашей Земли обнаруживаются минералы или соответствующие породы минеральных жил.

Стоит ли говорить, что практически никто из слушателей не имел ни малейшего представления, о чем он говорил. Поощряемый друзьями развивать свою теорию и в трогательной надежде, что удастся выразиться как-нибудь пояснее в более объемном формате, Хаттон следующие десять лет посвятил подготовке своего выдающегося четырехтомного опуса, из которого два тома были опубликованы в 1795 году.

Каждый из них насчитывал почти тысячу страниц, и они превзошли опасения самых пессимистически настроенных друзей. Кроме всего прочего, почти половина завершеного труда состояла из цитат французских источников, приводимых на языке оригинала. Третий том был настолько непривлекательным, что не издавался до 1899 года – больше ста лет после смерти Хаттона, а четвертый том вообще не был издан. «Теория Земли» Хаттона – сильный кандидат на звание наименее читаемой среди основополагающих научных книг (впрочем, тут у

нее есть серьезные конкуренты). Даже Чарлз Лайель, крупнейший геолог следующего столетия, читавший все подряд, признавался, что не смог осилить ее до конца.

К счастью, у Хаттона был свой Босвелл⁷¹ в лице Джона Плейфера, близкого друга и профессора математики в Эдинбургском университете, который не только блестяще владел словом, но и благодаря многолетнему общению с Хаттоном в большинстве случаев действительно понимал, что тот пытался сказать. В 1802 году, через пять лет после смерти Хаттона, Плейфер выпустил упрощенное изложение основных идей Хаттона, озаглавив его «Иллюстрации к Хаттоновой теории Земли». Книга была благодарно принята теми, кто проявлял живой интерес к геологии, а таких в 1802 году было не слишком много. Впрочем, это положение вскоре должно было измениться. Да еще как!..

* * *

Зимой 1807 года тринадцать проживавших в Лондоне единомышленников собрались в таверне франкмасонов, что на Лонг-Эйкр в Ковент-Гардене, с целью создать клуб, получивший название Геологического общества. Идея состояла в том, чтобы раз в месяц обмениваться мыслями по вопросам геологии за бокалом-другим мадеры и дружеским ужином. Стоимость ужина намеренно установили весьма изрядной, 15 шиллингов, дабы не поощрять тех, кто не мог подкрепить интеллектуальные заслуги также и финансовой самостоятельностью. Однако скоро стало очевидно, что требуется более солидная организация с постоянным помещением, где люди могли бы собираться, чтобы поделиться своими находками и обсудить их. Менее чем за десять лет число членов общества возросло до 400 человек – разумеется, по-прежнему все джентльмены, – и Геологическое общество грозило затмить Королевское как главное научное общество страны.

Члены общества собирались дважды в месяц с ноября до июня, когда практически все разъезжались на лето для полевых изысканий. Понятно, что минералы интересовали их не из денежных и даже по большей части не из научных соображений, просто джентльмены, располагавшие средствами и временем, позволяли себе иметь хобби на более или менее профессиональном уровне. К 1830 году их насчитывалось 745 человек, и мир больше никогда не видел чего-либо подобного.

Сегодня трудно представить, что геология всколыхнула XIX век в такой мере, в какой этого не добивалась и не добьется ни одна наука, – она буквально овладела им. Когда в 1839 году Родерик Мурчисон издал «Силурийскую систему», пухлую тяжеловесную книгу, в основном посвященную горным породам, называемым граувакками, она моментально стала бестселлером, выдержав подряд четыре издания, и это при том, что стоила она 8 гиней и была, в лучших хаттоновских традициях, нечитабельной. (Как признал даже один из поклонников Мурчисона, у нее «полностью отсутствовала литературная привлекательность».) А когда в 1841 году великий Чарлз Лайель ездил в Америку прочитать курс лекций в Бостоне, в Лоуэлловском институте собирались трехтысячные аудитории послушать его убаюкивающие описания морских цеолитов и сейсмических возмущений в итальянской Кампании.

Во всем тогдашнем цивилизованном мире, но особенно в Британии, ученые мужи выби-
рались за город, чтобы, по их выражению, немного «поломать камней». К этому занятию относились всерьез, старались одеваться надлежащим образом – цилиндры, темные костюмы, за исключением разве что преподобного Уильяма Бакленда из Оксфорда, имевшего привычку выходить на полевые работы в академической мантии.

⁷¹ Джеймс Босвелл (1740–1795) прославился как биограф знаменитого британского литератора Сэмюэля Джонсона. Имя Босвелла стало в английском языке нарицательным, обозначающим постоянного компаньона и наблюдателя.

Полевые изыскания привлекали множество видных фигур, не в последнюю очередь уже упомянутого Мурчисона, который первые тридцать лет жизни или около того провел, гоняясь на коне за лисами и с помощью крупной дроби превращая парящих в воздухе птиц в комки разлетающихся перьев. Его интересы не простирались за пределы того, чтобы почитать *Times* или сыграть партию в карты. А потом у него проснулся интерес к камням и с поразительной быстротой он стал титаном геологической мысли.

Еще в этом кругу был доктор Джеймс Паркинсон, который к тому же был одним из ранних социалистов и автором множества провокационных брошюр под заголовками вроде «Революция без кровопролития». В 1794 году он оказался замешанным в граничившем с безумием заговоре, получившем название «заговора ружья-хлопушки», по которому намечалось убить Георга III выстрелом в шею отравленным игрушечным дротиком, когда король будет находиться в своей театральной ложе. Паркинсона приволокли на допрос в Тайный совет, и он был на волосок от того, чтобы закованным в кандалы отправиться в Австралию, когда обвинения против него без лишнего шума сняли. Примирившись с более консервативным подходом к жизни, он обнаружил интерес к геологии и стал одним из основателей Геологического общества и автором выдающегося труда по геологии «Органические останки прежнего мира», который продолжал издаваться целых полвека. В политических эксцессах он больше не участвовал. Правда, сегодня мы чаще вспоминаем его не в связи с геологией, а благодаря важному исследованию недуга, который тогда называли «дрожательным параличом», а теперь болезнью Паркинсона. (У Паркинсона был еще один небольшой повод претендовать на славу. В 1785 году он оказался, пожалуй, единственным человеком в истории, выигравшим в лотерею Музей естественной истории. Музей на лондонской Лейстер-сквер был основан сэром Эштоном Леве-ром, который из-за необузданного коллекционирования природных диковинок докатился до банкротства. Паркинсон содержал музей до 1805 года, но потом у него не хватило средств, и коллекция была распродана по частям.)

Не таким колоритным, но более авторитетным, чем все остальные вместе взятые, был Чарлз Лайель, родившийся в год смерти Хаттона в семидесяти милях от Эдинбурга, в деревне Киннорди. Шотландец по рождению, он вырос на крайнем юге Англии, в Хэмпшире, потому что его мать была убеждена, что шотландцы – праздные гуляки и пьяницы. В XIX веке наукой, как правило, занимались состоятельные люди дворянского происхождения. Лайель не был исключением – он вырос в обеспеченной интеллектуальной семье. Его отец, тоже Чарлз, был незаурядным человеком – видным авторитетом по Данте и по мхам. (*Orthotricium lyelli*, на котором не раз сживали англичане, бывая за городом, назван его именем.) От отца Лайель унаследовал интерес к естественной истории, но только в Оксфорде, где он попал под влияние преподобного Уильяма Бакленда – того самого, в широкой мантии, – юный Чарлз на всю жизнь посвятил себя геологии.

Бакленд был милым чудачком. За ним числятся и реальные научные достижения, но не меньше помнят его за разного рода чудачества. Особенно запомнился его зверинец, в котором диким животным, в том числе крупным и опасным, позволялось бродить по дому и саду, а также его стремление отведать на вкус каждое живое существо. В зависимости от наличия и прихоти хозяина гостям Бакленда могли подать запеченную морскую свинку, мышей в тесте, жареного ежа или вареных морских слизней из Юго-Восточной Азии. Бакленд был способен во всех них находить достоинства, за исключением разве что обыкновенного садового крота, которого он считал отвратительным на вкус. В палеонтологии он стал главным авторитетом по копролитам – окаменелым экскрементам, – и у него был стол, вся поверхность которого была инкрустирована образцами из его коллекции.

Даже во время серьезных научных занятий его поведение было довольно своеобразным. Однажды среди ночи он растолкал свою супругу, возбужденно восклицая: «Дорогая, я убежден, что следы *Cheirotherium* несомненно черепаши». В нижнем белье они вместе помчались

на кухню. Миссис Бакленд замесила мягкое тесто и раскатала его по столу, а преподобный Бакленд притащил домашнюю черепаху. Плюхнув на стол, они стали ее подгонять и, к вящему восторгу, увидели, что ее следы действительно совпадают с окаменевшими отпечатками лап, изучением которых в то время занимался Бакленд. Чарлз Дарвин считал Бакленда шутом – он употребил именно это слово, но Лайель, похоже, нашел в нем наставника и в 1824 году даже отправился с ним в поездку по Шотландии. Вскоре после этой поездки Лайель решил оставить карьеру юриста и целиком посвятил себя геологии.

Лайель был страшно близорук и большую часть жизни страдальчески щурился, что придавало лицу встревоженное выражение. (В конце концов он полностью потерял зрение.) Другой его странностью была привычка, будучи погруженным в размышления, принимать самые невероятные позы – растягиваться сразу на двух стульях или «стоя на ногах, оставлять голову на сиденье стула» (слова его друга Дарвина). Часто, задумавшись, он так низко сползал с кресла, что едва не касался ягодицами пола. За всю жизнь Лайель только однажды имел должность – с 1831 по 1833 год он был профессором геологии в Кингз-колледже в Лондоне. Как раз в это время он выпустил в свет «Основы геологии», издававшиеся тремя томами с 1830 по 1833 год, в которых во многом суммировал и развил мысли, впервые высказанные Хаттоном поколением раньше. (Хотя Лайель никогда не читал подлинных трудов Хаттона, он досконально изучил вариант, переработанный Плейфером.)

Между временем Хаттона и временем Лайеля в среде геологов возник новый спор, который в значительной степени подменил, хотя их часто смешивают, старый спор нептоунистов с плутонистами. Новая битва разгорелась между катастрофизмом и униформизмом – не слишком привлекательные термины для важного и очень долгого спора. Катастрофисты, как можно судить по названию, считали, что Земля сформировалась под воздействием внезапных катаклизмов, главным образом наводнений, – вот почему катастрофизм и нептоунизм часто ошибочно сваливают в одну кучу. Катастрофизм особенно устраивал лиц духовных, вроде Бакленда, потому что давал им возможность включить в серьезные научные дискуссии библейский Ноев потоп. Униформисты, напротив, считали, что изменения на Земле происходили постепенно и что почти все процессы на земной поверхности протекали медленно, на протяжении огромных промежутков времени. Отцом этого представления был скорее Хаттон, нежели Лайель, но большинство людей читало Лайеля, и поэтому в сознании большинства, тогда и теперь, он остался родоначальником современных геологических представлений.

Лайель считал, что подвижки земной коры были равномерными⁷² и непрерывными, что все когда-либо происходившее в прошлом можно объяснить явлениями, продолжающимися и сегодня. Лайель и его сторонники не просто презирали катастрофизм, они терпеть его не могли. Катастрофисты считали вымирание видов составной частью последовательных катастроф, в ходе которых животные неоднократно сметались с лица земли и заменялись новыми, – картина, которую естествоиспытатель Т. Г. Гексли⁷³ насмешливо уподоблял «ряду робберов виста⁷⁴, когда в конце каждого игроки опрокидывают стол и требуют новую колоду». Это был чересчур удобный способ объяснять неизвестное. «Еще не было догмы, более приспособленной к тому, чтобы поощрять леность и затуплять острое любознательности», – с презрением отзывался Лайель.

Впрочем, и у Лайеля были заметные упущения. Ему не удалось убедительно объяснить, как образовались горные системы, и он упустил из виду такой фактор, меняющий лик планеты,

⁷² Равномерное (движение) по-английски – uniform. Отсюда название этого научного течения «униформизм».

⁷³ Томас Генри Гексли (*Thomas Henry Huxley*, 1825–1895) – английский биолог, твердый последователь и популяризатор теории эволюции, за что заслужил прозвище «бульдог Дарвина». Ввел концепцию биогенеза, согласно которой живые клетки могут образовываться только из других живых клеток.

⁷⁴ Роббер (англ. *rubber*) – в некоторых карточных играх (вист, бридж, винт и др.) круг игры, состоящий из трех отдельных партий.

как ледники. Он отказался признать идею Луиса Агассиза о ледниковом периоде – «замораживании земного шара», как он пренебрежительно говорил, – и он был уверен, что млекопитающих «найдут в древнейших залежах ископаемых остатков». Лайель отвергал представление о том, что животные и растения претерпевали внезапное полное уничтожение, и считал, что все основные классы животных – млекопитающие, пресмыкающиеся, рыбы и т. д. – существовали параллельно с начала времен. Во всех этих вопросах он в конечном счете оказался не прав.

И все же вряд ли можно переоценить влияние Лайеля. При его жизни «Основы геологии» выдержали двенадцать изданий, а содержащиеся в них идеи определяли геологическую мысль еще долгое время в двадцатом столетии. Дарвин взял первое издание «Основ» в путешествие на «Бигле» и впоследствии писал, что «огромной заслугой “Основ” было то, что они полностью меняли характер мышления, и поэтому, даже глядя на вещи, которые никогда не встречались Лайелю, ты тем не менее видел их отчасти его глазами». Словом, Дарвин, как и многие представители его поколения, считал Лайеля чуть ли не богом. Свидетельством влияния Лайеля на умы служит тот факт, что, когда в 1980-х годах геологам пришлось частично отказаться от его теории, чтобы найти место для импактной теории вымираний⁷⁵, для них это было смерти подобно. Но об этом в другой главе.

Тем временем геологии предстояло привести в порядок множество вещей, и тут далеко не все шло гладко. С самого начала геологи старались классифицировать горные породы по периодам, в которые они образовались, но зачастую при этом возникали резкие разногласия относительно разграничительных линий – и здесь не последнее место занимает долгая полемика, известная как «Великий девонский спор» (*Great Devonian Controversy*). Проблема возникла, когда преподобный Адам Седжвик из Кембриджа отнес к кембрийскому периоду пласт горных пород, который, как полагал Родерик Мурчисон, по праву принадлежал к силурийскому. Спор полыхал много лет, становясь все более жарким. «Де ла Беш⁷⁶ – грязная свинья», – в присущей ему вспышке эмоций писал другу Мурчисон.

О накале страстей можно получить представление, взглянув на названия глав превосходного неприкрашенного описания проблемы в книге Мартина Дж. С. Рэдвика «Великий девонский спор». Она начинается с довольно безобидных заголовков, таких как «Поприща джентльменских дискуссий» и «Разгадка граувакки», но затем появляются: «Граувакку защищают и атакуют», «Взаимные упреки и обвинения», «Распространение грязных слухов», «Уивер отрекается от своей ереси», «Провинциала ставят на место» и, наконец, чтобы исключить всякие сомнения в том, что это была война, «Мурчисон начинает рейнландскую кампанию». Боевые действия окончательно завершились в 1879 году простым приемом – был установлен новый период, ордовикский, который поместили между кембрийским и силурийским.

Поскольку в первые годы существования данной отрасли знаний самыми активными в ней были британцы, в геологическом лексиконе преобладали британские названия. Девонский период, разумеется, происходит от английского графства Девон, кембрийский – от римского названия Уэльса, тогда как ордовикский и силурийский напоминают о древних валлийских племенах – ордовиках и силурах. Но с развитием геологических изысканий в других странах названия стали возникать повсюду. Юрский период имеет отношение к Юрским горам на границе Франции и Швейцарии. Пермский⁷⁷ напоминает о российской Пермской области с Ураль-

⁷⁵ Импактная теория (от англ. *impact* – удар) – гипотеза, согласно которой причиной вымирания (в частности, динозавров) стало падение на Землю крупного астероида. Многие современные палеонтологи по-прежнему довольно скептически относятся к импактной теории вымирания видов, считая ее слишком примитивной и недостаточно обоснованной.

⁷⁶ Генри Томас де ла Беш (1796–1855) – британский геолог, первый директор Британской геологической службы, созданной в 1835 г.

⁷⁷ Пермский период был установлен Мурчисоном во время его изысканий в России.

скими горами⁷⁸. Меловым периодом мы обязаны бельгийскому геологу с броским именем Ж. Ж. д'Омалиус д'Аллуа.

Геологическую историю сначала делили на четыре отрезка времени: первичный, вторичный, третичный и четвертичный. Эта классификация была слишком простой, чтобы выдержать проверку временем, и скоро геологи стали добавлять новые разделы, параллельно отказываясь от старых. Первичный и вторичный периоды отпали совсем, а четвертичный одни отвергали, другие оставляли. Третичный период, который уже не обозначал какой-либо третий по счету период, активно использовался до 1960-х, но сейчас его разделили на два периода – палеоген и неоген. Общепринятым на сегодня является только четвертичный период, который также называют антропогеновым или ледниковым.

Лайель в своих «Основах» ввел дополнительные подразделения, известные как периоды или системы⁷⁹, охватывающие промежуток времени после эры динозавров, среди них плейстоцен («самый молодой»), плиоцен («более молодой»), миоцен («средне молодой») и подкупаяще неопределенный олигоцен («незначительно молодой»). Сначала Лайель намеревался употреблять окончания *-synchronous* («-синхронный»), одаряя нас такими скрипучими обозначениями, как «мейосинхронус» и «плейосинхронус». Преподобный Уильям Уэвелл, человек весьма влиятельный, возражал, ссылаясь на этимологические соображения, и предложил взять за образец окончание *-ecus* («принадлежащий к чему-либо»), получая «мейонеус», «плейонеус» и так далее. В итоге прижилось окончание «-цен», которое стало чем-то вроде компромисса.

В современной науке геологическое время в первом приближении делится сначала на четыре больших отрезка, известных как эры: докембрий, палеозой (от греческого «старая жизнь»), мезозой («средняя жизнь») и кайнозой («новая жизнь»). Эти эры делятся в совокупности на дюжину периодов. Большинство из них тоже достаточно хорошо известны: меловой, юрский, триасовый, силурийский и т. д.⁸⁰

Лайелевские эпохи – плиоцен, миоцен и так далее – до сих пор употребляются как более дробные подразделения (эпохи) в палеогеновом и неогеновом периодах кайнозойской эры, которые охватывают только самые последние (но палеонтологически очень активные) 65 миллионов лет. И, наконец, мы имеем уйму еще более мелких подразделений, известных как века. Большинство их названо по географическим местам: оксфордский, маастрихтский, кампанский (Кампания – латинское название французской провинции Шампань), кимериджский (Кимеридж – деревушка в графстве Дорсет на юге Англии) и далее в том же роде. Всего, по словам Джона Макфи⁸¹, счет веков идет на «десятки дюжин». К счастью, если вы не избрали геологию в качестве профессии, вы вряд ли когда-нибудь снова о них услышите.

Еще больше запутывает дело то обстоятельство, что названия веков в Северной Америке отличаются от европейских и зачастую они лишь приблизительно совпадают по времени. Так, принятый в Северной Америке цинциннатский век в основном совпадает с ашгильским в Европе, но захватывает небольшую часть более раннего карадокского века.

К тому же все это меняется от учебника к учебнику и от автора к автору, так что одни авторитетные источники описывают семь различных веков там, где другие довольствуются четырьмя. Другие же делят докембрий на две эры, истинно древнюю архейскую и более позд-

⁷⁸ Меловой период назван по преобладающему типу горных пород (писчий мел) в той местности, где он был открыт.

⁷⁹ Периодами называют отрезки времени в прошлом, а системами – совокупность пород, образовавшихся в течение периода.

⁸⁰ У нас экзаменов не будет, но если вам когда-нибудь потребуется это запомнить, то, возможно, пригодится полезный совет Джона Уилфорда представлять себе эры (докембрийскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую) как времена года, а периоды (пермский, триасовый, юрский и т. д.) как месяцы.

⁸¹ Джон Макфи (*John Angus McPhee*, р. 1931) – американский журналист, постоянный автор журнала *The New Yorker*. Автор около трех десятков книг, в их числе «Анналы прежнего мира», посвященная пяти важным эпизодам истории геологии, за которую в 1999 г. он был удостоен Пулитцеровской премии.

ную протерозойскую⁸². Иногда вы также встретите термин «фанерозой», используемый для описания отрезка времени, включающего кайнозойскую, мезозойскую и палеозойскую эры.

Мало того, все это относится только к единицам времени. Горные породы, накапливавшиеся в разные временные интервалы, подразделяются на другие единицы, известные как группы (соответствующие эрам), системы (равноценные периодам), отделы (отвечающие эпохам) и ярусы (аналогичные векам). Также проводится различие между поздними и ранними событиями (когда речь идет о времени) и верхними и нижними отложениями (если говорится о слоях горных пород). Все это выглядит ужасно запутанным для неспециалиста, но для геолога это может явиться предметом страстного увлечения. «Я был свидетелем того, как из-за этой, образно говоря, миллисекунды в развитии жизни взрослые люди от ярости доходили до белого каления», – писал британский палеонтолог Ричард Форти⁸³ по поводу длительного спора относительно границ между кембрийским и ордовикским периодами.

Но, по крайней мере сегодня, нам доступны весьма изощренные методики датирования. А большую часть XIX века геологи имели в своем распоряжении только догадки и предположения. Особенно разочаровывало то, что, хотя геологи тогда могли классифицировать различные породы по периодам, они не имели никакого представления о длительности этих периодов. Когда Бакленд размышлял о древности скелета ихтиозавра, самое большее, что он мог предположить, это то, что он жил где-то между «десятью тысячами [и] более чем десятью тысячами раз по десять тысяч» лет ранее.

Хотя не существовало надежного способа датирования периодов, зато не было недостатка в людях, готовых за это взяться. Самая известная из первых попыток была предпринята в 1650 году, когда архиепископ Ирландской церкви Джеймс Ашер после тщательного изучения Библии и других исторических источников пришел к заключению, что Земля была создана в полдень 23 октября 4004 года до Рождества Христова. Он посвятил этому увесистый фолиант, названный «Анналы Ветхого Завета». С тех пор его утверждение служит потехой для историков и авторов учебников⁸⁴.

В связи с этим существует устойчивый миф, имеющий хождение во многих серьезных книгах, будто взгляды Ашера доминировали в научных представлениях на протяжении значительной части XIX века и что только Лайель навел в этом вопросе порядок. Стивен Джей Гоулд⁸⁵ в «Стреле времени» приводит как характерный пример следующую фразу из одной популярной в 1980-х годах книги: «До того как Лайель издал свою книгу, большинство думающих людей соглашалось с мыслью, что Земля молода». На самом деле это не так. Как пишет Мартин Дж. С. Радуйк: «Ни в одной стране ни один геолог, чьи труды принимались всерьез другими геологами, не выступал в защиту хронологии, основанной на буквальном толковании Книги Бытия». Даже преподобный Бакленд, благочестивейшая душа, какую только мог породить XIX век, отмечал, что нигде в Библии нет и намек на то, что Господь создал Небо и Землю в первый день, а лишь говорится «сначала». Сие начало, утверждал он, возможно, продолжалось «миллионы и миллионы лет». Все сходились на том, что Земля очень стара. Вопрос был простой: насколько стара?

⁸² Именно так принято в российской традиции. Также в последнее время в мире стали выделять катархей – эру, предшествующую архейской.

⁸³ Ричард Форти (*Richard A. Fortey*, р. 1946) – британский палеонтолог и научный писатель. В 2006–2008 гг. был президентом Лондонского геологического общества. См. также гл. 21.

⁸⁴ Хотя практически все книги упоминают про Ашера (*Ussher*), поражает различие в деталях сообщаемых о нем сведений. В некоторых книгах говорится, что он объявил о своем выводе в 1650 году, в других – в 1654-м, в третьих – в 1664-м. Во многих датой предполагаемого начала существования Земли называется 26 октября. По крайней мере в одной достойной внимания книге фамилия пишется как *Asher*. Этот вопрос интересно описан в книге Стивена Джея Гоулда «Восемь поросят».

⁸⁵ Стивен Джей Гоулд (*Stephen Jay Gould*, 1941–2002) – американский палеонтолог, эволюционный биолог и историк науки. См. также гл. 21.

Одна из более или менее подходящих идей относительно определения возраста планеты исходила от всегда заслуживавшего доверия Эдмунда Галлея, который в 1715 году предположил, что если разделить общее количество соли в Мировом океане на количество, добавляющееся ежегодно, то получится число лет, на протяжении которых существуют океаны, что даст приблизительное представление о возрасте Земли. Логика заманчивая, но, к сожалению, никто не знал, сколько в море соли и на сколько ее прибавляется каждый год, отчего эксперимент оказывался неосуществимым.

Первая попытка измерения, которое хотя бы отдаленно можно было назвать научным, была предпринята в 1770 году французом Жоржем-Луи Леклерком, графом де Бюффеном. Было давно известно, что Земля теряет значительное количество тепла – это было очевидно для всякого, кто спускался в шахту, – но не было способа оценить скорость этих потерь. Эксперимент Бюффона заключался в нагревании шаров до белого каления и последующем измерении быстроты потери тепла путем касания (по-видимому, сначала очень легкого), когда шары остывали и переставали светиться. Отсюда он приблизительно определил возраст Земли где-то между 75 и 168 тысячами лет. Разумеется, эта оценка была чудовищно заниженной, но тем не менее весьма радикальной, и за ее высказывание Бюффон оказался перед угрозой отлучения от церкви. Будучи человеком прагматичным, он сразу же покался в своей неосмотрительной ереси, а потом с легким сердцем продолжал повторять свои утверждения в последующих трудах.

К середине XIX века большинство ученых считало, что возраст Земли достигает по крайней мере нескольких миллионов, а возможно, даже десятков миллионов лет, но, вероятно, не более. Так что для всех явилось неожиданностью, когда в 1859 году Чарлз Дарвин в «Происхождении видов» заявил, что геологические процессы, завершившие формирование Уилда, области на юге Англии, охватывающей Кент, Суррей и Сассекс, заняли, по его подсчетам, 306 662 400 лет. Данное утверждение отчасти вызвало удивление своей поражающей воображение точностью, но еще больше – открытым вызовом принятым представлениям относительно возраста Земли⁸⁶. Оно вызвало столько споров, что Дарвин изъясил его из третьего издания своей книги. Однако проблема этим не снималась: Дарвину и его друзьям-геологам требовалось, чтобы Земля была старой, но никто не мог предложить способ, как это подтвердить.

К несчастью для Дарвина, а также для прогресса, вопрос привлек внимание великого лорда Кельвина (который, несмотря на свое величие, был тогда еще просто Уильямом Томсоном; он был возведен в звание пэра лишь в 1892 году, когда ему было шестьдесят восемь лет, а его жизненный путь подходил к концу; но, следуя принятому обычаю, я буду называть его так, как если бы его титул имел обратную силу). Кельвин был одной из самых необычайных фигур девятнадцатого столетия, как, пожалуй, и любого другого столетия. Немецкий ученый Герман фон Гельмгольц писал, что «по уму, ясности и живости мысли» Кельвин далеко превосходил всех, кого он знал. «Рядом с ним я иногда чувствовал себя довольно тупым», – немного подавленно добавляет он.

Подобные чувства понятны, ибо Кельвин действительно был своего рода сверхчеловеком викторианской эпохи. Он родился в 1824 году в Белфасте в семье профессора математики Королевского академического института, которого вскоре перевели в Глазго. Здесь Кельвин проявил такие поразительные способности, что был принят в университет Глазго в чрезвычайно нежном возрасте – в десять лет. Когда ему только минуло двадцать, он уже поучился в учебных заведениях Лондона и Парижа, окончил Кембриджский университет (где завоевал высшие награды в гребле и математике и еще каким-то образом нашел время основать музыкальное общество), был избран младшим научным сотрудником колледжа Св. Петра и напи-

⁸⁶ Дарвин любил точные цифры. В одной более поздней работе он утверждал, что на одном акре земли в сельской местности Англии в среднем обитает 53 767 червей.

сал (на французском и английском) десяток отличавшихся блеском и оригинальностью работ в области чистой и прикладной математики, так что пришлось публиковать их анонимно, дабы не смущать тех, кто занимал более высокое положение. В двадцатидвухлетнем возрасте он вернулся в Глазго, чтобы занять место профессора натурфилософии, которое принадлежало ему последующие пятьдесят три года.

За долгий жизненный путь (а он умер в 1907 году в возрасте восьмидесяти трех лет) Кельвин написал 661 статью, накопил шестьдесят девять патентов (на которых он порядочно разбогател) и прославился почти во всех отраслях физической науки. Наряду со множеством других вещей он предложил метод, который непосредственно привел к изобретению холодильника; разработал абсолютную шкалу температур, которая по сей день носит его имя; изобрел усилители, давшие возможность посылать телеграммы через океан; а также был автором бесчисленных усовершенствований в области морской навигации, от изобретения широко распространенного морского компаса с компенсацией магнетизма железного корпуса судна до создания первого эхолота. И это лишь то, что относится к достижениям в утилитарной сфере.

В равной мере революционными были его теоретические работы в области электромагнетизма, термодинамики и волновой теории света⁸⁷. Фактически у него был лишь один прокол – он так и не смог правильно вычислить возраст Земли. Этот вопрос занимал его почти всю вторую половину жизни, но он так и не приблизился к правильному решению. Первой его попыткой была опубликованная в 1862 году в журнале *Macmillan's Magazine* статья, содержащая предположение, что Земле 98 миллионов лет, но предусмотрительно допускалось, что эта цифра могла быть сокращена до 20 миллионов лет или увеличена до 400 миллионов. С замечательной осторожностью он признавал, что, возможно, ошибается, если «в великой сокровищнице творения нам уже не приготовлены другие неведомые источники информации», однако было видно, что он считал это маловероятным.

Со временем утверждения Кельвина становились все более прямолинейными и менее точными. Он снова и снова снижал свои оценки, с максимальных 400 миллионов до 100 миллионов лет, затем до 50 миллионов и, наконец, в 1897 году до всего лишь 24 миллионов лет. Кельвин настаивал на этом не из простого упрямства. Просто в физике не было ничего такого, что могло бы объяснить, как тело величиной с Солнце могло непрерывно гореть более нескольких десятков миллионов лет, не израсходовав до конца горючее. Отсюда следовало, что Солнце и его планеты неизбежно должны быть относительно молодыми.

Проблема заключалась в том, что почти все ископаемые останки свидетельствовали о противном, причем именно в XIX веке вдруг появилось очень много таких окаменелых свидетельств.

⁸⁷ В частности, он сформулировал второе начало термодинамики. Дискуссия об этом законе природы достойна отдельной книги, но, чтобы почувствовать, о чем идет речь, я предлагаю здесь блестящее резюме, сделанное химиком П. У. Аткинсом: «Существует четыре начала [термодинамики]. Второе начало было осознано первым; Нулевое начало было сформулировано последним; Первое начало было вторым; Третье начало вообще не должно считаться законом, равным остальным трем». В кратчайшей форме второе начало утверждает, что небольшое количество энергии всегда пропадает зря. Невозможно создать вечно движущееся устройство, поскольку, как бы ни было оно эффективно, оно всегда будет терять энергию и в конце концов остановится. Первое начало говорит о том, что вы не можете создавать энергию [из ничего], а третье – что вы не можете понизить температуру до абсолютного нуля: всегда сохраняется некая остаточная теплота. Денис Овербай отмечает, что три фундаментальных начала можно в шуточной форме выразить так: (1) вы не можете победить, (2) вы не можете прервать поединок и (3) вы не можете выйти из игры.

Глава 6. Наука, прочитанная по зубам и когтям

В 1787 году кто-то в штате Нью-Джерси (кто конкретно, теперь, кажется, забыли) нашел огромную бедренную кость, торчавшую на берегу ручья в местности, носившей название Вуд-бери Крик. Кость явно не принадлежала ни одному из животных, обитавших в то время, по крайней мере в Нью-Джерси. Из того немногого, что об этом известно, полагают, что она принадлежала гадрозавру, большому утконосому динозавру. Но в то время о динозаврах еще не знали.

Кость послали доктору Каспару Уистару, ведущему анатому страны, который той же осенью описал ее на заседании Американского философского общества в Филадельфии. К сожалению, Уистар не оценил значения находки, сделав лишь несколько осторожных и незаинтересованных замечаний в том смысле, что кость принадлежала какому-то чудовищу. Тем самым он упустил шанс на полстолетия раньше кого-либо другого стать открывателем динозавров. Кость вообще вызвала столь незначительный интерес, что ее убрали в кладовку, а потом она и вовсе пропала. Так что первая найденная кость динозавра стала и первой потерянной.

То, что кость не вызвала глубокого интереса, более чем озадачивает, ибо ее появление пришлось на то время, когда Америка кипела негодованием как раз в связи с утверждениями относительно останков крупных древних животных. Причиной этого негодования послужило странное утверждение великого французского естествоиспытателя графа де Бюффона – того самого, что упоминался в связи с нагретыми шарами в предыдущей главе, – о том, что живые существа в Новом Свете почти во всем уступают обитателям Старого Света. Америка, писал Бюффон в своей обширной и высоко ценимой «Естественной истории», это страна, где вода стоячая, почва неплодородная, а животные мелкие и хилые, их организм ослаблен «нездоровыми испарениями» из гниющих болот и лишенных солнечного света лесов. В такой среде даже коренным жителям, индейцам, недостает мужской потенции. «У них не растут бороды и волосы на теле, – делился своими проницательными наблюдениями Бюффон, – и нет страстной тяги к женщинам». Репродуктивные органы у них «маленькие и немощные».

Наблюдения Бюффона на удивление охотно поддерживали другие авторы, особенно те, кто не был обременен личным знакомством со страной. Некий голландец по имени Корнель де Пов в популярном труде под названием «Философские размышления об американцах» извещал, что коренные американцы не только не обладают впечатляющей мужской потенцией, но их мужчины «настолько недоразвиты в этом отношении, что их груди выделяют молоко». Подобные представления держались невероятно долго – они повторялись в европейских книгах почти до конца XIX века.

Неудивительно, что такая клевета была с негодованием встречена в Америке. Томас Джефферсон включил яростное (и, если не знать контекста, весьма озадачивающее) опровержение в свои «Заметки о штате Вирджиния» и подбил своего нью-гэмпширского приятеля генерала Джона Салливана послать двадцать солдат в северные леса добыть самца американского лося, чтобы подарить его Бюффону в качестве примера калибра и величественности американских четвероногих. Солдатам потребовалось две недели, чтобы выследить подходящую особь. Правда, у убитого американского лося не было внушительных рогов, о чем специально просил Джефферсон, но Салливан предусмотрительно добавил рога то ли простого сохатого, то ли оленя, предложив приделать их вместо настоящих. В конце концов, кто там во Франции разберется?

А тем временем в Филадельфии – городе, где жил Уистар, – натуралисты начали собирать кости гигантского слоноподобного существа, сначала известного как «великий американский инкогнитум», но впоследствии определенного, не совсем правильно, как мамонт. Первые из этих костей были обнаружены в месте под названием Биг Боун Лик, в штате Кентукки, но

скоро они стали поступать отовсюду. Оказывается, Америка когда-то была родиной существа действительно внушительных размеров – такого, которое, несомненно, доказывало ложность нелепых галльских домыслов Бюффона.

В своем рвении продемонстрировать огромные размеры и свирепость инкогнитума американские натуралисты, похоже, слегка увлеклись. Они преувеличили его размеры раз в шесть и снабдили его страшными когтями, которые на самом деле принадлежали найденному поблизости мегалоникусу, или гигантскому наземному ленивцу. Довольно удивительно, что они убедили себя в том, будто это животное обладало «подвижностью и свирепостью тигра», и на иллюстрациях изображали его с кошачьей грацией бросающимся из-за камней на добычу. Когда же обнаружили бивни, их любыми хитроумными способами втискивали в череп животного. Один из реставраторов ввернул их вверх тормашками, подобно клыкам саблезубого тигра, что придавало животному поразительно агрессивный вид. Другой пристроил бивни таким образом, что они загибались назад, исходя из предположения, что это существо обитало в воде и пользовалось ими как якорем, цепляясь за деревья во время сна. Однако самым надежным соображением относительно инкогнитумов было то, что они, по всей видимости, вымерли, за что с радостью и уцепился Бюффон как за неоспоримое свидетельство их дегенеративного естества.

Бюффон умер в 1788 году, но спор продолжался своим чередом. В 1795 году набор костей отправился в Париж, где их исследовал молодой аристократ Жорж Кювье, восходящая звезда палеонтологии. Кювье уже поражал воображение людей своим талантом сколачивать из кучи разрозненных костей пропорционально сложенные фигуры. Говорили, что он мог по единственному зубу или обломку челюсти определить внешний вид и свойства животного, а часто в придачу назвать его вид и род. Поняв, что никто в Америке не подумал дать формальное описание громадному животному, Кювье сделал это сам, став таким образом его официальным первооткрывателем. Он назвал его мастодонтом (что означает, несколько неожиданно, «молочные зубы»).

Вдохновленный полемикой, Кювье в 1796 году написал сыгравшую заметную роль статью «Заметки о видах живущих и ископаемых слонов», в которой впервые выдвинул строго сформулированную теорию вымирания видов. По его мнению, Земля время от времени претерпевала глобальные катастрофы, в которых уничтожались целые категории живых существ. Для верующих, включая самого Кювье, эта идея была довольно неудобной, поскольку предполагала странное непостоянство промысла Божьего. Какой смысл Богу создавать виды лишь для того, чтобы позднее стереть их с лица земли? Данное представление противоречило вере в Великую гармонию бытия, согласно которой мир заботливо упорядочен и все населяющие его живые существа всегда имели, имеют и будут иметь свое место и предназначение. Джефферсон со своей стороны никак не мог примириться с мыслью, что целым видам будет когда-либо позволено исчезнуть (или, если на то пошло, эволюционировать). Поэтому, когда ему сказали, что, исходя из научных и политических соображений, неплохо бы послать поисковую партию для исследования внутренних районов Америки за Миссисипи, он ухватился за эту мысль в надежде, что отважные искатели приключений обнаружат стада живых мастодонтов и других крупных существ, пасущихся на плодородных равнинах⁸⁸. Одним из руководителей и главным натуралистом экспедиции был назначен личный секретарь и близкий друг Джефферсона Мериотр Льюис. А его советником по вопросам существующих и вымерших животных стал не кто иной, как Каспар Уистар.

В том же году и даже в тот же месяц, когда в Париже прославленный аристократ Кювье выдвигал свои теории вымирания, по другую сторону Ла-Манша куда менее известного англи-

⁸⁸ Следует отметить, что это все же не было основной целью экспедиции. Ее главной задачей была попытка отыскать водный путь по рекам и озерам через американский континент от Атлантического океана до Тихого.

чанина осенила догадка о значении окаменелостей, которая тоже повлечет за собой долговременные последствия. Молодой Уильям Смит работал на строительстве Сомерсетского угольного канала⁸⁹. Вечером 5 января 1796 года, сидя на постоялом дворе в Сомерсете, он кратко записал для памяти мысль, которая в конечном счете создаст ему имя. Чтобы оценивать горные породы, требуется с чем-то их соотносить, нужна база, опираясь на которую можно говорить, что вот эти угленосные породы из Девона моложе тех кембрийских пород из Уэльса. Догадка Смита состояла в том, что ответ могут дать ископаемые останки. При каждом переходе от одного пласта пород к другому некоторые виды окаменелостей исчезали, тогда как другие переходили в последующие горизонты. Отмечая, какие виды встречаются в тех или иных пластах, можно определить относительный возраст пород, где бы они ни появлялись. Будучи топографом, Смит сразу принялся за создание карты горных формаций Британии, которая после долгих усилий была опубликована в 1815 году и стала основой современной геологии. (Об этом обстоятельно рассказано в популярной книге Саймона Винчестера «Карта, которая изменила мир».)

К сожалению, высказав свою догадку, Смит проявил удивительное равнодушие к тому, чтобы разобраться в вопросе, почему горные породы залегают именно так, а не иначе. «Я не стал ломать голову над происхождением пластов и удовлетворился знанием того, как они расположены, — записывал он. — Вопросы “почему” и “зачем” не могут относиться к компетенции маркшейдера».

Открытые Смитом особенности пластов горных пород еще более усугубили религиозные проблемы, связанные с вымиранием. Начать с того, что тем самым подтверждалось, что Господь уничтожал живые существа не от случая к случаю, а весьма регулярно. Это выставило Его не столько беззаботным и легкомысленным, сколько необычайно враждебно настроенным. Также возникала неприятная потребность объяснять, почему одним видам пришлось исчезнуть, тогда как другие беспрепятственно переходят в последующие эпохи. Ясно, что вымирание представляло собой нечто большее, нежели то, что приписывалось единственному Ноеву потопу, как называли библейское наводнение. Кювье, к собственному удовлетворению, разрешил этот вопрос, предположив, что в Книге Бытия описывается только самое последнее наводнение. Господь, похоже, не хотел расстраивать или пугать Моисея ненужными повествованиями о более ранних вымираниях.

Итак, в первые годы XIX века окаменелости с неизбежностью обрели научную значимость, и тем более достойна сожаления неудача Уистара с определением кости динозавра. Неожиданно кости стали находить всюду. У американцев возникало еще несколько возможностей заявить об обнаружении динозавров, но все они были упущены. В 1806 году экспедиция Льюиса и Кларка прошла через формацию Хелл Крик в штате Монтана, область, где охотники за окаменелостями позднее будут буквально спотыкаться о кости динозавров, и даже осмотрела заключенную в породу кость, которая явно принадлежала древнему ящеру, но не сделала из этого никаких выводов. Кости и окаменелые отпечатки следов были также обнаружены в долине реки Коннектикут в Новой Англии, после того как сынишка фермера Плинуса Муди нашел древние следы на уступе скалы в Саут Хэдди, штат Массачусетс. По крайней мере некоторые из этих образцов сохранились до наших дней — в первую очередь кости анхизавра, которые находятся в коллекции Музея Пибоди в Йельском университете. Найденные в 1818 году, они были первыми изученными и сохраненными костями динозавра, но, к сожалению, признали их в этом качестве лишь в 1855 году. В том же 1818 году умер Каспар Уистар, правда, неожиданно получив своего рода бессмертие благодаря ботанику Томасу Натталлу,

⁸⁹ Сомерсетский угольный канал — узкий канал длиной 29 км, входивший в систему доставки угля из шахт графства Сомерсет в Лондон.

назавшему его именем очаровательный вьющийся кустарник. Некоторые ботаники-пуристы до сих пор упрямо называют его вистерией (*wistaria*).

* * *

Однако к тому времени палеонтологические события переместились в Англию. В 1812 году в местечке Лайм Реджис на побережье графства Дорсет удивительная девочка по имени Мэри Эннинг в возрасте одиннадцати, двенадцати или тринадцати лет – в зависимости от того, где вы об этом прочтете, – нашла вмурованное в круто нависающую над Ла-Маншем скалу странное окаменелое морское чудовище длиной пять с лишним метров, ныне известное как ихтиозавр.

Это стало началом поразительного дела всей жизни. Следующие тридцать пять лет Эннинг занималась собиранием окаменелостей, которые продавала приезжим. (Принято считать, что именно о ней говорится в известной английской скороговорке – «*She sells seashells on the sea-shore*»⁹⁰.) Она также найдет первого плезиозавра – еще одно морское чудовище – и одного из первых и лучших птеродактилей. Хотя ни одно из этих существ не было в узком смысле динозавром, в те времена это не имело большого значения, поскольку никто еще не знал, что такое динозавр. Достаточно было понимать, что в мире когда-то обитали существа, разительно отличающиеся от тех, что мы можем видеть сегодня.

Эннинг не только отличалась умением отыскивать окаменелости – хотя в этом ей не было равных, – но она к тому же извлекала их с величайшей тщательностью и без повреждений. Если у вас когда-нибудь появится возможность посетить зал древних морских рептилий в лондонском Музее естественной истории, я призываю вас не упускать этот шанс, ибо только так вы сможете по достоинству оценить масштабы и красоту работ этой молодой женщины, выполненных практически без всякой помощи самыми простыми инструментами в невероятно трудных условиях. Один только плезиозавр занял десять лет терпеливых раскопок. Не имея профессиональной подготовки, Эннинг могла со знанием дела нарисовать или описать свои находки ученым. Однако при всем ее умении важные находки случались редко, и большую часть жизни она провела в бедности.

В истории палеонтологической науки трудно представить себе фигуру, в большей мере обделенную вниманием, чем Мэри Эннинг, но в действительности был еще один человек, про которого, к большому сожалению, можно сказать почти то же самое. Его звали Гидеон Алджер-нон Мантелл, и был он сельским врачом в графстве Сассекс.

Долговязый тощий Мантелл обладал всеми возможными недостатками – был тщеславен, эгоцентричен, самодоволен, не заботился о семье, но такого энтузиаста палеонтологии среди любителей еще не было. Ему также повезло с женой, преданной и внимательной. В 1822 году, когда он у себя в Сассексе посещал пациента, миссис Мантелл прогуливалась поблизости по тропинке и в куче щебня, оставленного для засыпки рытвин, увидела странный предмет – кривой коричневый камешек размером с небольшой грецкий орех. Зная интерес своего мужа к ископаемым предметам и подумав, что это один из них, она взяла его с собой. Мантелл сразу понял, что это окаменелый зуб, и после недолгого исследования убедился, что он принадлежал животному из числа травоядных рептилий, необычайно крупному – три метра длиной, жившему в меловой период. Он оказался прав по всем пунктам; но это были смелые выводы, потому что ничего подобного ранее не встречали и даже не представляли.

Понимая, что находка полностью перевернет представления о прошлом, и следуя увещаниям своего друга, преподобного Уильяма Бакленда – того самого, в мантии и со своеобразным аппетитом, – работать осторожнее, Мантелл посвятил три года кропотливым поискам

⁹⁰ «Она продает морские раковины на берегу моря» (англ.).

свидетельств, подтверждающих его выводы. Он отправил зуб в Париж Кювье, желая узнать его мнение, но великий француз отмахнулся, заявив, что это зуб гиппопотама. (Впоследствии Кювье великодушно извинился за эту нехарактерную для него ошибку.) Однажды, работая в Хантеровском анатомическом музее, Мантелл разговорился с коллегой, который сказал, что этот зуб очень похож на зубы животных, которых он изучает, – южноамериканских игуан. Быстро проведенное сравнение подтвердило сходство. И в результате описанное Мантеллом существо стало игуанодоном, по имени греющейся в тропиках ящерицы, с которой оно никаким образом не было связано.

Мантелл подготовил доклад для отправки в Королевское общество. К несчастью, выяснилось, что в каменоломне в Оксфордшире уже нашли другого динозавра, и он только что был формально описан преподобным Баклендом, который еще недавно убеждал Мантелла не торопиться. Это был мегалозавр; название было в действительности подсказано Бакленду его другом доктором Джеймсом Паркинсоном, бывшим радикалом, давшим имя болезни Паркинсона. Напомним, что Бакленд в первую очередь был геологом, и это проявилось в его докладе о мегалозавре. В сообщении, опубликованном в «Трудах Лондонского геологического общества», он отмечал, что зубы существа не соединялись непосредственно с челюстной костью, как у ящериц, а помещались в гнездах, как у крокодилов. Но, отметив это, Бакленд не понял, что это означало, а именно, что мегалозавр принадлежал к совершенно новому типу живых существ. И все же, хотя его доклад свидетельствовал о небольшой наблюдательности и проницательности, он содержал первое опубликованное описание динозавра – так что честь открытия этой древней линии живых существ принадлежит Бакленду, а не значительно более заслуживающему ее Мантеллу.

Еще не зная, что в жизни его ждут сплошные неприятности, Мантелл продолжал искать окаменелости – в 1833 году он нашел еще одного гиганта, хилеозавра, – а также покупать их в каменоломнях и у фермеров, пока не собрал, пожалуй, самую крупную коллекцию ископаемых останков в Британии. Мантелл был отличным врачом и не менее одаренным охотником за костями, но ему было не под силу поддерживать оба своих таланта. Увлечшись собирательством, он забросил врачебную практику. Скоро ископаемые заполнили почти весь его дом в Брайтоне и поглотили большую часть его доходов. Порядочная сумма ушла на издание книг, которые мало кто хотел покупать. Изданной в 1827 году книги «Иллюстрации геологии Сассекса» удалось продать лишь пятьдесят экземпляров, что принесло Мантеллу убытки в размере 300 фунтов стерлингов – очень большую сумму по тем временам.

С отчаяния Мантелл ухватился за мысль превратить свой дом в музей и брать плату за вход, но позднее осознал, что такой меркантильный подход подорвет его репутацию джентльмена, не говоря уж о репутации ученого; так что он позволял людям посещать свой дом бесплатно. Они приходили сотнями, неделя за неделей, разрушая его врачебную практику и домашнюю жизнь. В конце концов, чтобы рассчитаться с долгами, он был вынужден продать большую часть своей коллекции. А вскоре после этого, забрав с собой четверых детей, от него ушла жена.

Удивительно, но на этом его беды только начинались.

* * *

В южной части Лондона, в районе Сайденхэм, в парке Хрустального дворца есть необычная забытая достопримечательность: первые в мире макеты динозавров в натуральную величину. В наши дни сюда мало кто заглядывает, но когда-то это было одно из самых посещаемых мест Лондона. Как заметил Ричард Форти, по существу, это был первый в мире тематический парк. Очень многое в этих моделях не вполне корректно. Палец игуанодона помещен на носу, наподобие рога, а само животное стоит на четырех крепких лапах, что придает ему

вид довольно упитанного, несоразмерно большого пса. (В жизни игуанодоны не ползали на четырех лапах, а были двуногими.) Глядя на них теперь, вряд ли подумаешь, что эти странные неуклюжие существа могли вызвать столько злобы и горечи, как это получилось на деле. Но пожалуй, ничто в естественной истории не стало средоточием такой лютой неослабевающей вражды, как эта линия древних существ, известных под именем динозавров.

Во время сооружения моделей динозавров Сайденхэм находился на окраине Лондона, и его просторный парк сочли идеальным местом для воссоздания знаменитого Хрустального дворца, сооружения из стекла и металла, служившего главным украшением Всемирной выставки 1851 года, откуда парк, собственно, и получил свое название. Сделанные из бетона динозавры служили своего рода дополнительным аттракционом. В канун нового 1853 года внутри незавершенного игуанодона для двадцати одного видного ученого был устроен знаменитый обед. Гидеона Мантелла, нашедшего и описавшего игуанодона, среди них не было. Во главе стола восседала величайшая знаменитость молодой науки палеонтологии. Его звали Ричард Оуэн, и к тому времени он уже несколько лет успешно превращал жизнь Гидеона Мантелла в сущий ад.

Оуэн вырос на севере Англии, в Ланкастере, где получил медицинское образование. Он был прирожденным анатомом и так любил это занятие, что порой тайком забирал домой конечности, органы и другие части трупов, чтобы не спеша их препарировать. Однажды, идя с сумкой, в которой была только что отсеченная им голова чернокожего матроса, Оуэн поскользнулся на мокрой мостовой и с ужасом увидел, как голова, подпрыгивая, катится вниз по проулку в открытые двери дома и вкатывается в переднюю. Что сказали обитатели дома, увидя подкатившуюся к их ногам отсеченную голову, остается только догадываться. Возможно, они даже не успели толком испугаться, поскольку мгновение спустя туда с озабоченным видом ворвался молодой человек, не говоря ни слова, забрал голову и тут же убежал.

В 1825 году, когда ему был всего двадцать один год, Оуэн переезжает в Лондон, и вскоре Королевский колледж хирургов поручает ему помочь привести в порядок обширную, но неорганизованную коллекцию медицинских и анатомических образцов. Большую часть из них оставил учреждению Джон Хантер, выдающийся хирург и неутомимый собиратель медицинских диковинок, но их никогда не каталогизировали и не систематизировали, главным образом потому, что вскоре после смерти Хантера пропали документы, поясняющие значение и смысл каждого экспоната.

Оуэн очень скоро выделился своими организаторскими и дедуктивными способностями. Одновременно он проявил себя незаурядным анатомом, почти не уступая работавшему в Париже великому Кювье в способности реконструировать ископаемых животных. Он стал таким видным экспертом по анатомии животных, что ему первому предлагали для вскрытия умерших зверей из Лондонского зоосада и неизменно доставляли их ему на дом. Однажды его жена, вернувшись домой, обнаружила заполнившую всю переднюю тушу недавно околесившего носорога. Оуэн быстро стал ведущим экспертом по всем видам животных, существующим и вымершим – от утконосов, ехидн и других только что открытых сумчатых до злополучных дронтов⁹¹ и вымерших гигантских птиц моа, бродивших по Новой Зеландии, пока их всех не съели местные обитатели – маори. Он первым описал археоптерикса после его открытия в Баварии в 1861 году и первым написал официальную эпитафию на дронтов. Всего им написано около шестисот статей по анатомии – поразительный объем работы.

Но помнят Оуэна прежде всего по трудам о динозаврах. Это он в 1841 году придумал слово «динозавр». Оно означает «ужасная ящерица» и является на удивление неподходящим. Динозавры, как мы теперь знаем, далеко не все были ужасными – некоторые не больше кролика и, вероятно, вели себя чрезвычайно скрытно; к тому же они вовсе не были ящерицами, которые

⁹¹ Дронты, открытые португальцами на острове Маврикий в XVI веке, менее чем за 200 лет были полностью истреблены.

на самом деле принадлежат к значительно более ранней (на 30 миллионов лет) линии. Оуэн точно знал, что эти существа были пресмыкающимися, и в его распоряжении было отличное греческое слово «герпетон», но он почему-то предпочел не пользоваться им. Другая, более простительная ошибка (с учетом тогдашней нехватки образцов) заключалась в том, что он не заметил, что динозавры составляют не одну, а две ветви рептилий: птицетазовых и ящеротазовых.

Оуэн не был привлекательной личностью ни внешне, ни по характеру. На фотоснимке, сделанном в зрелые годы, он выглядит мрачно и зловеще, ни дать ни взять – злодей из мелодрамы викторианских времен: длинные прямые волосы, глаза навывкате – такой физиономией только детей пугать. Держался он холодно и надменно, а для достижения своих целей не брезговал ничем. Он был единственным, кого ненавидел Чарлз Дарвин. Даже сын Оуэна (рано покончивший с собой) ссылаясь на «достойное сожаления бессердечие» отца.

Его несомненный анатомический дар давал возможность совершать самые бесстыдные мошенничества и выходить сухим из воды. В 1857 году натуралист Т. Г. Гексли, листая свежий номер журнала *Churchill's Medical Directory*, обнаружил, что Оуэн числится профессором сравнительной анатомии и физиологии Государственного горного училища, что весьма его удивило, потому что это была должность, которую занимал сам Гексли. Когда он стал наводить в издательстве справки, откуда взялась такая явная ошибка, ему ответили, что эти сведения были им предоставлены лично доктором Оуэном. Между тем другой коллега-натуралист, Хью Фальконер, поймал Оуэна на том, что тот приписал себе одно из его открытий. Другие обвиняли его в том, что он заимствовал образцы, а потом уверял, что не брал. Оуэн даже ввязался в ожесточенный спор с дантистом королевы о приоритете в отношении теории физиологии зубов.

Он без стеснения преследовал тех, кого не любил. В начале карьеры Оуэн использовал свое влияние в Зоологическом обществе, чтобы забаллотировать молодого ученого Роберта Гранта, единственная вина которого состояла в том, что он подавал надежды стать хорошим анатомом. Грант с удивлением узнал, что ему вдруг отказали в доступе к анатомическим образцам, которые требовались для его исследований. Оказавшись не в состоянии продолжать работу, он, понятное дело, канул в безвестность.

Но никто не пострадал от недоброго внимания Оуэна больше, чем несчастный и все более трагически неудачливый Гидеон Мантелл. Потеряв жену и детей, врачебную практику и большую часть своей коллекции ископаемых, Мантелл переехал в Лондон. Там в 1841 году – в роковой для него год, в котором Оуэн достиг вершин славы благодаря открытию и описанию динозавров, – Мантелл попал в ужасную дорожную катастрофу. Проезжая в экипаже по кварталу Клэпэм Коммон, он каким-то образом упал со своего места, запутался в поводьях, а пустившиеся галопом испуганные лошади потащили его по неровной земле. После этой беды он остался калекой с неизлечимо поврежденным позвоночником, причинявшим постоянные мучительные боли.

Воспользовавшись беспомощным состоянием Мантелла, Оуэн стал методично исключать из документов упоминания о его вкладе в науку, переименовывая виды, названные Мантеллом многими годами раньше, и приписывая себе приоритет их открытия. Мантелл продолжал попытки самостоятельных исследований, но Оуэн, используя свое влияние в Королевском обществе, добивался отклонения большинства его статей. В 1852 году, будучи не в состоянии дальше выносить боль и гонения, Мантелл покончил с собой. Его изуродованный позвоночник отправили в Королевский колледж хирургов, где он – вот вам и ирония – попал в руки Оуэна, директора принадлежавшего колледжу Хантеровского музея.

Но надругательства и на этом не закончились. Вскоре после смерти Мантелла в *Literary Gazette* появился некролог, привлечший внимание своей неблагожелательностью. В нем Мантелл характеризовался как посредственный анатом, чей скромный вклад в палеонтологию к

тому же ограничивался «нехваткой точных знаний». Некролог даже отнимал у него открытие игуанодона и приписывал его, среди прочего, Кювье и Оуэну. Хотя заметка была без подписи, слог был оуэновский и никто в мире естественных наук не питал сомнений в отношении ее авторства.

И все же к этому времени грехи Оуэна стали выплывать наружу. Его падение началось, когда комитет Королевского общества – комитет, председателем которого, так уж получилось, оказался он сам, – решил присудить ему высшую награду, Королевскую медаль, за доклад о вымершем моллюске, названном белемнитом. «Однако, – как отмечает Дебора Кэдбери⁹² в своем блестящем повествовании о том периоде “Ужасная ящерица”, – этот труд не был таким оригинальным, как представлялось». Оказалось, что белемнит был открыт четырьмя годами ранее натуралистом-любителем Чанингом Пирсом, и об открытии было обстоятельно доложено на собрании Геологического общества. Оуэн присутствовал на этом собрании, но умолчал об этом, когда представлял собственный доклад Королевскому обществу, в котором неслаучайно переименовал данное живое существо в свою честь – *Belemnites owenii*. Хотя медаль Оуэну оставили, этот эпизод навсегда запятнал его репутацию даже в среде немногих сохранившихся сторонников.

В конечном счете Гексли удалось сделать с Оуэном то, что Оуэн делал со многими другими: он добился того, что Оуэна забаллотировали при выборах в советы и Зоологического, и Королевского обществ. И последним возмездием стало избрание Гексли новым профессором Хантеровского музея Королевского колледжа хирургов.

Оуэн больше не сделал ни одного значительного исследования, но вторую половину своей карьеры посвятил весьма достойному делу, за которое все мы можем быть ему благодарны. В 1856 году он возглавил отдел естественной истории Британского музея и в этом качестве стал одним из главных инициаторов создания лондонского Музея естественной истории. Открытая в 1880 году в Южном Кенсингтоне величественная, милая сердцу готическая громадина почти в точности соответствует его замыслу.

До Оуэна музеи предназначались главным образом для пополнения знаний элиты, и даже этим высшим слоям было непросто получить туда доступ. В первое время желавшие посетить Британский музей должны были подать письменное прошение и пройти краткое собеседование, после чего дирекция решала, можно ли их вообще допускать сюда. Затем они должны были прийти сюда второй раз, чтобы получить билет – разумеется, если они успешно прошли собеседование, – и, наконец, прийти в третий раз, чтобы увидеть сокровища музея. Но даже в этом случае их без задержки проводили группами, не позволяя отставать. Оуэн вознамерился открыть двери всем: он поощрял рабочих приходить в музей по вечерам, а большую часть музейной площади выделил под общедоступные выставки. Он даже внес довольно радикальное предложение сделать к каждому экспонату пояснительные таблички, чтобы посетители понимали, что они рассматривают. Но против этого довольно неожиданно выступил Т. Г. Гексли, считавший, что музеи – это прежде всего научно-исследовательские учреждения. Превратив Музей естественной истории в общедоступное учреждение, Оуэн изменил наши представления о том, для чего должны быть предназначены музеи.

И все же его альтруизм в отношении начинающих ученых в целом не изменил его личной неприязни к соперникам. Одним из последних его деяний была закулисная кампания с целью сорвать предложение об установке статуи Чарлза Дарвина. Эта затея ему не удалась – но в конечном счете он все же нечаянно восторжествовал. Сегодня его статуя возвышается на самом видном месте в конце лестницы, ведущей в главный зал Музея естественной истории, тогда как

⁹² Дебора Кэдбери (*Deborah Cadbury*) – британская писательница и продюсер на BBC. Неоднократно удостоивалась премий за свои телепрограммы, в том числе научно-популярные.

Дарвин и Т. Г. Гексли загнаны в углы музейного буфета, откуда сурово взирают на посетителей, подкрепляющихся чашкой чая и донатсами с повидлом.

* * *

Не без оснований можно было бы думать, что мелкие интриги Роберта Оуэна ознаменовали собой низшую точку палеонтологии XIX века, но в действительности худшее было еще впереди, на этот раз по другую сторону океана. В последние десятилетия века в Америке разгорелось соперничество куда более захватывающее и ожесточенное, хотя и не столь пагубное. Оно завязалось между двумя странными и безжалостными людьми – Эдвардом Дринкером Коупом и Отниэлем Чарлзом Маршем.

У них было много общего. Оба были избалованны, нетерпеливы, эгоцентричны, сварливы, завистливы, подозрительны и по большому счету несчастливы. И между тем они в корне изменили весь мир палеонтологии.

Поначалу они были друзьями, испытывали взаимное восхищение и даже называли виды ископаемых именами друг друга; в 1868 году они вместе приятно провели целую неделю. Однако что-то тогда прошло не так – никто не знает, что именно, – и на следующий год между ними возникла неприязнь, которая в последующие три десятилетия переросла во всепоглощающую ненависть. Пожалуй, можно смело утверждать, что в области естественных наук не было двух людей, которые бы до такой степени ни во что не ставили друг друга.

Марш был восемью годами старше, замкнутый, оторванный от жизни, с аккуратно подстриженной бородой и щегольскими манерами. В поле он бывал мало, и ему редко везло с находками. Посетив знаменитое кладбище динозавров в Комо Блафф, штат Вайоминг, он умудрился не найти костей, которые, по словам одного историка, «валялись там повсюду, словно дрова». Но он располагал средствами, чтобы покупать практически все, что пожелает. Хотя сам он происходил из скромной семьи – отец был фермером в штате Нью-Йорк, – его дядюшкой был страшно богатый и на удивление снисходительный финансист Джордж Пибоди. Когда Марш проявил интерес к естественной истории, Пибоди построил ему в Йеле музей и предоставил достаточно средств для того, чтобы пополнять его почти всем, на что была способна фантазия.

Коуп с детства находился в более привилегированном положении – его отец был богатым филадельфийским бизнесменом, – и в этой паре он был намного смелее и предприимчивее. Летом 1876 года в Монтане, когда Джордж Армстронг Кастер и его войска погибали в бою у реки Литтл-Биг-Хорн, Коуп неподалеку был занят поиском костей. Когда ему указали, что, пожалуй, теперь не самое подходящее время собирать сокровища индейских земель, Коуп, минуту подумав, решил, что бы ни случилось, продолжать работу. Слишком удачным был сезон. Однажды он наткнулся на группу глядевших на него с подозрением индейцев племени кроу, но ему удалось завоевать их симпатии, вынимая изо рта и вставляя обратно искусственную челюсть.

Лет десять взаимная неприязнь Марша и Коупа главным образом выливалась в форму отдельных выпадов, но в 1877 году она приобрела грандиозные масштабы. В тот год учитель из штата Колорадо Артур Лейкс, бродя с приятелем по окрестностям поселка Моррисон, обнаружил кости. Сочтя, что они принадлежали «гигантскому ящеру», Лейкс позаботился послать образцы и Маршу, и Коупу. Обрадованный Коуп послал Лейксу за хлопоты 100 долларов и попросил его никому не говорить о своем открытии, особенно Маршу. Лейкс в полном замешательстве обратился к Маршу с просьбой переслать кости Коупу. Марш просьбу выполнил, но такого оскорбления не мог забыть до конца своих дней.

Этот случай также ознаменовал начало войны между ними, которая со временем становилась все более ожесточенной, отмеченной закулисными интригами, и зачастую принимала

нелепые формы. Порой доходило до того, что землекопы обоих исследователей швыряли друг в друга камнями. Однажды Коупа застали за тем, что он рылся в ящиках, принадлежавших Маршу. Оба обменивались оскорблениями в печати и хулили результаты работ друг друга. Редко – возможно, никогда больше – наука не развивалась так стремительно и успешно, движимая ненавистью. За несколько следующих лет эти два человека увеличили число найденных в Америке видов динозавров с девяти до почти ста пятидесяти⁹³. Большинство динозавров, названия которых обычно приходят на память – стегозавры, бронтозавры, диплодоки, трицератопсы, – были найдены одним из них⁹⁴. К сожалению, работая в спешке, они часто не замечали, что новое открытие было чем-то уже известным. Достаточно сказать, что им удалось «открыть» вид, названный *Uintatherium anceps*, не менее двадцати двух раз⁹⁵. Потребовались годы, чтобы разобраться в оставленных ими классификационных дебрях. Некоторая часть остается неразобранной по сию пору.

Из них двоих научное наследие Коупа было намного значительнее. За поразительно напряженную исследовательскую карьеру он написал около тысячи четырехсот научных работ и описал почти тысячу триста новых видов ископаемых (всех типов, не только динозавров) – по обоим параметрам вдвое больше, чем Марш. Коуп сделал бы больше, но, к несчастью, в последние годы жизни судьба его круто покатила по наклонной. Унаследовав в 1875 году состояние, он неблагоразумно вложил его в серебро и потерял все. В итоге он остался жить в комнатке одного из филаделфийских пансионеров в окружении книг, бумаг и костей. Марш, наоборот, доживал свой век в роскошном особняке в Нью-Хейвене. Коуп скончался в 1897 году, Марш двумя годами позже.

В последние годы Коупом овладела еще одна любопытная навязчивая идея. Он всерьез захотел быть объявленным типичным экземпляром вида *Homo sapiens* – другими словами, чтобы его скелет официально был признан характерным для человеческого рода. Обычно типичным образцом вида является первый найденный набор костей, но, поскольку первого набора костей *Homo sapiens* не существует, оставалась вакансия, которую пожелал заполнить со бой Коуп. Это было странное и тщеславное желание, но оснований для отказа ни у кого не нашлось. С этой целью Коуп завещал свой прах Уистаровскому институту, научному обществу в Филадельфии, созданному на пожертвования наследников вездесущего Каспара Уистара. К сожалению, когда скелет Коупа препарировали и собрали, обнаружилось, что в нем присутствуют следы начальной стадии сифилиса, особенность, которую вряд ли захотела бы сохранить в своем типичном образце какая-либо раса. Так что прошение и скелет Коупа тихо отправили на полку. А типичного образца современного человека до сих пор нет.

Что касается остальных участников этой драмы, то Оуэн умер в 1892 году, за несколько лет до Коупа и Марша. Бакленд помешался и кончил свои дни жалким обитателем сумасшедшего дома в Клэпэме, неподалеку от того места, где в результате дорожной катастрофы стал калеккой Мантелл. Изуродованный позвоночник Мантелла еще почти сто лет оставался экспонатом Хантеровского музея, пока его милосердно не уничтожила немецкая бомба во время воздушных налетов на Лондон. Остатки коллекции Мантелла после его смерти перешли к детям, и многое из нее взял с собой эмигрировавший в Новую Зеландию в 1840 году его сын Уолтер. Уолтер стал важным новозеландцем и в конце концов занял пост министра по делам коренного населения. В 1865 году он передал главные образцы из отцовской коллекции, включая знаменитый зуб игуанодона, в дар Колониальному музею в Веллингтоне (ныне Музей Новой

⁹³ Мнения о числе открытых ими динозавров расходятся. Есть данные, что Коуп описал 56 видов динозавров, а Марш – более 120. По другим источникам – 26 и 34 соответственно.

⁹⁴ Достойным внимания исключением является тираннозавр, найденный в 1902 году Барнумом Брауном.

⁹⁵ В итоге честь открытия рода гигантских ископаемых носорогов *Uintatherium* досталась другому американскому палеонтологу Джозефу Лейди, а вид *Uintatherium anceps* выделил уже в 1961 г. У. Х. Уиллер.

Зеландии), где они с тех пор и находятся. Зуб игуанодона, с которого все началось, – можно думать, самый главный зуб в палеонтологии, – больше не выставляется.

* * *

Разумеется, со смертью главных охотников за окаменелостями XIX века погоня за динозаврами не закончилась. В действительности ее поразительные масштабы еще только начинали вырисовываться. В 1898 году, выпавшем между кончинами Коупа и Марша, у места, названного Боун Кэбин Куорри («карьер у хижины из костей»), всего в нескольких милях от основных раскопок Марша в Комо Блафф, штат Вайоминг, обнаружилась находка, намного превосходившая все, что встречалось раньше. Там были сотни и сотни окаменелых костей, выступающих из холмов в результате выветривания. Их было так много, что кто-то построил из них хижину – отсюда и название места. За первые два сезона на площадке раскопали четыреста центнеров древних костей, и потом еще шесть лет к ним добавлялись по несколько тонн в год.

В результате к началу XIX века в распоряжении палеонтологов были в буквальном смысле тонны древних костей. Проблема заключалась в том, что не было ни малейшего представления об их возрасте. Хуже того, общепринятые представления о возрасте Земли не могли вместить в прошлом все эти эры и периоды. Если Земля действительно имела возраст всего лишь двадцать миллионов лет или около того, как утверждал великий лорд Кельвин, тогда целые отряды древних существ появлялись и исчезали практически в течение одного геологического мгновения. Это было полной бессмыслицей.

Помимо Кельвина другие ученые тоже брались за решение проблемы и приходили к выводам, которые лишь добавляли неопределенности. Сэмюэль Хотон, пользовавшийся заслуженным уважением геолог из Колледжа Святой Троицы в Дублине, объявил, что, по его оценкам, возраст Земли составляет 2300 миллионов лет – много больше, чем когда-либо предполагалось. Когда на это обратили его внимание, он, пользуясь теми же данными, произвел перерасчет и назвал цифру в 153 миллиона лет. Джон Джоли⁹⁶ из того же колледжа решил развить идею Эдмунда Галлея об океанской соли, но его метод был основан на таком обилии ошибочных предположений, что он безнадежно запутался. По его подсчетам, Земле было 89 миллионов лет – возраст, который приближался к предположениям Кельвина, но, к сожалению, был далек от реальности.

Неразбериха достигла таких масштабов, что к концу XIX века, в зависимости от того, в какой труд вы заглядывали, время, отделявшее нас от появления сложных форм жизни в кембрийский период, исчислялось 3 миллионами, 18 миллионами, 600 миллионами, 794 миллионами или 2,4 миллиарда лет – или любым значением в этих пределах. Даже в 1910 году одной из наиболее надежных считалась оценка, сделанная американцем Джорджем Беккером, по которой возраст Земли составлял около 55 миллионов лет.

И как раз, когда вопрос, казалось, уже был бесповоротно запутан, на сцену вышла новая выдающаяся фигура с совершенно новым подходом. Ею оказался выросший на новозеландской ферме грубовато-добродушный, но обладавший блестящим умом Эрнест Резерфорд. Он представил неоспоримые доказательства того, что возраст Земли насчитывает по крайней мере многие сотни миллионов лет, если не больше.

Примечательно, что его доказательство основывалось на алхимии – естественной, спонтанной, научно достоверной и совсем не оккультной, но тем не менее алхимии. Оказалось, что Ньютон в конечном счете не был так уж не прав. Но о том, как именно это было доказано, речь, разумеется, пойдет отдельно.

⁹⁶ Джон Джоли (1857–1933) – ирландский геолог, геофизик, почетный член АН СССР с 1930 г., член-корреспондент АН СССР по Отделению математических и естественных наук с 29 марта 1932 г.

Глава 7. Простейшие вещества

Часто говорят, что серьезной и уважаемой наукой химия стала с 1661 года, когда Роберт Бойль из Оксфордского университета опубликовал «Сомневающегося химика» – первую книгу, где проводилось различие между химиками и алхимиками, но переход к науке был медленным и зачастую беспорядочным. Еще в XVII веке ученые мужи, как это ни странно, могли комфортно чувствовать себя в обоих лагерях. Например, немец Иоганн Бехер, выпустивший безукоризненно серьезный труд по минералогии, озаглавленный *Physica Subterranea*, в то же время был убежден, что при наличии соответствующих материалов может сделать себя невидимым.

Пожалуй, самым типичным примером странностей и зачастую случайной природы химической науки в тот ранний период служит открытие, сделанное в 1675 году немцем Хеннигом Брандом. Бранд почему-то внушил себе, что золото можно выделить из человеческой мочи. (Возможно, сходство цвета послужило основой для такого вывода.) Он собрал пятьдесят ведер человеческой мочи и много месяцев хранил у себя в подвале. Различными непонятными процессами он превращал мочу сначала в некую ядовитую тестообразную массу, а затем в просвечивающее вещество, похожее на воск. Разумеется, никакого золота из всего этого не получилось, но случилась непонятная и забавная штука. Спустя какое-то время вещество стало светиться. Более того, когда его выставляли на воздух, оно часто самовоспламенялось.

Предприимчивые деловые люди не упустили из виду коммерческий потенциал полученного вещества, которое вскоре стало известно как фосфор – от греческого и латинского корней, означающих «несущий свет». Однако сложность производства делала его слишком дорогим для употребления. Розничная цена унции (28 граммов) фосфора достигала 6 гиней – около 300 фунтов стерлингов в нынешних ценах, – другими словами, он был дороже золота⁹⁷.

Сначала поставлять сырье были призваны солдаты, но такой порядок вряд ли способствовал производству в промышленных масштабах. В 1769 году шведский химик Карл Шееле разработал способ производства фосфора в больших количествах без луж и запаха мочи. В значительной мере именно благодаря овладению методом получения фосфора Швеция стала и остается ведущим производителем спичек⁹⁸.

Шееле был необыкновенным человеком и вместе с тем необыкновенно невезучим. Будучи скромным фармацевтом, почти не имея доступа к сложному оборудованию, он открыл восемь элементов – хлор, фтор, марганец, барий, молибден, вольфрам, азот и кислород – и не удостоился признания ни по одному из этих открытий. Во всех случаях на его открытия либо не обратили внимания, либо они были опубликованы после того, как кто-то другой сделал такое же открытие независимо. Он также открыл много полезных соединений, в том числе аммиак, глицерин и дубильную кислоту, а также первым понял промышленное значение хлора как отбеливателя – словом, сделал открытия, чрезвычайно обогатившие других людей.

Одной из достойных упоминания слабостей Шееле была курьезная страсть попробовать на вкус все, с чем он имел дело, включая такие заведомо неприемлемые вещества, как ртуть и синильная кислота (еще одно из его открытий) – соединение, имеющее настолько дурную славу, что 150 лет спустя Эрвин Шредингер выбрал его в качестве яда для своего знаменитого мысленного эксперимента (см. стр. 179). В конце концов нетерпеливость Шееле обернулась

⁹⁷ Бранд был не ученым, а купцом. Поэтому он сначала держал способ получения фосфора в секрете, а потом несколько раз продавал этот секрет (который тогда связывали с философским камнем). Один из покупателей – Даниил Крафт устраивал публичные демонстрации светящейся силы фосфора. Другие торговали им, держа рецепт в секрете.

⁹⁸ Шееле получал фосфор из золы, образующейся при обжиге костей. К этому времени получение фосфора уже давно не было секретом. Впервые рецепт был опубликован Робертом Бойлем в 1695 г., потом метод усовершенствовал Андреас Сигизмунд Маргграф в 1743 г.

против него. В 1786 году в возрасте всего сорока трех лет его нашли мертвым на своем рабочем месте в окружении массы ядовитых химических реактивов, каждый из которых мог служить объяснением потрясенного выражения, застывшего на лице покойника.

Будь мир справедливым и говорящим по-шведски, Шееле пользовался бы всеобщим восторженным признанием. А так рукоплескания в основном доставались более знаменитым химикам, главным образом из англоязычного мира. Шееле открыл кислород в 1772 году, но из-за различных досадных осложнений не смог вовремя опубликовать свое сообщение. Поэтому честь открытия досталась Джозефу Пристли, который сделал его независимо, но позднее, летом 1774 года. Еще более удивительной была неудача Шееле с признанием открытия хлора. Почти все учебники до сих пор приписывают открытие хлора Гемфри Дэви, который действительно обнаружил его, но через *тридцать шесть лет* после Шееле⁹⁹.

Хотя за столетие, отделявшее Шееле, Пристли и Генри Каведиша от Ньютона и Бойля, химия прошла большой путь, впереди ей предстояло пройти не меньше. До самых последних лет XVIII века (а что касается Пристли, то и немного позднее) ученые повсюду искали и порой думали, что нашли вещи, которых просто не существовало: испорченный воздух, дефлогистированные морские кислоты, флоксы, калксы, болотные миазмы и прежде всего флогистон, субстанцию, которая считалась активным началом горения¹⁰⁰. Где-то среди всего этого, как думали, также скрывалась таинственная *e'lan vital* – сила, вызывавшая к жизни неживые объекты. Никто не знал, где находится эта неземная субстанция, но две вещи представлялись вероятными: что можно оживлять электрическим разрядом (идея, которую сполна использовала Мэри Шелли в своем романе «Франкенштейн») и что эта субстанция содержится в одних веществах и отсутствует в других, – вот почему в итоге мы имеем два раздела химии: органическую (для веществ, в которых, как считали, субстанция жизни имелась) и неорганическую (для веществ, в которых ее не было).

Чтобы проложить химии путь в новый век, требовался кто-то с чрезвычайно проницательным умом, и такой человек нашелся во Франции. Его звали Антуан-Лоран Лавуазье. Лавуазье родился в 1743 году в семье мелкого дворянина (титул для семьи купил отец). В 1768 году Лавуазье вступил в доленое участие в глубоко ненавидимом населением предприятии, носившем название *Ferme Ge'ner' ale* («Генеральный откуп» – компания, которая от имени правительства собирала налоги и пошлины), иными словами, он стал откупщиком. И хотя сам Лавуазье, судя по всем отзывам, был мягким и справедливым человеком, компания этими качествами не отличалась. Прежде всего она облагала налогами не богатых, а лишь бедных, к тому же зачастую весьма произвольно. Лавуазье это предприятие привлекало тем, что обеспечивало богатство, позволявшее посвятить себя главному увлечению – науке. В лучшие времена его личные доходы достигали 150 тысяч ливров в год – около 12 миллионов фунтов стерлингов нынешними деньгами.

Спустя три года после начала своего доходного дела он женился на четырнадцатилетней дочери одного из своих боссов. Брак стал подлинным соединением сердец и умов. Мадам Лавуазье была весьма сообразительна и скоро плодотворно трудилась наравне с супругом. Несмотря на загруженность работой и светскими обязанностями, им удавалось почти ежедневно уделять пять часов науке – два рано утром и три вечером, а также все воскресенья, которые они называли *jour de bonheur* (днями счастья). Кроме того, Лавуазье каким-то образом ухитрялся находить время исполнять обязанности инспектора пороховых дел, руководить возведением стены вокруг Парижа для сдерживания контрабанды, участвовать в создании метрической системы

⁹⁹ Шееле, выделив хлор, назвал его «дефлогистированной морской кислотой». Дэви в 1810 г. первым доказал, что хлор является химическим элементом, а не соединением.

¹⁰⁰ Испорченным (*vitiated*) называли воздух, выдохнутый живыми организмами, флоксы – то же самое, что флогистон, калксы – продукты используемого в алхимии процесса кальцинирования, миазмы – вредоносные испарения. До определенного времени все эти понятия широко использовались в химии и алхимии.

и написании справочника «Система химической номенклатуры», ставшего библией по части названий химических элементов.

Поскольку он был видным членом Королевской академии наук, от него также требовалось быть осведомленным и проявлять живой интерес ко всем злободневным вопросам – гипнотизму, тюремной реформе, дыханию насекомых, водоснабжению Парижа. Именно в этом качестве в 1780 году Лавуазье отрицательно отозвался о новой теории горения, представленной в академию подававшим надежды молодым ученым. Теория действительно была ошибочной, но ученый так никогда и не простил этого Лавуазье. Звали его Жан-Поль Марат.

Единственное, чего *не* совершил Лавуазье, так это не открыл ни одного элемента. В то время, когда, казалось, почти каждый человек с мензуркой и горелкой и какими-нибудь забавными порошками мог открыть что-то новое – и когда две трети элементов еще только предстояло открыть, – Лавуазье не обнаружил ни одного. И дело тут, конечно, не в нехватке мензурок. В лаборатории Лавуазье – лучшей частной лаборатории того времени, пожалуй, даже излишне шикарной – их насчитывалось тринадцать тысяч.

Вместо этого он брал открытия других и осмысливал их значение. Он отверг флогистон и миазмы. Описал свойства кислорода и водорода и присвоил им обоим современные названия. Словом, он был одним из тех, кто привнес в химию точность, ясность и систематичность.

А его поразительное оборудование пришлось тут как нельзя кстати. Многие годы они с мадам Лавуазье занимались крайне трудоемкими исследованиями, требовавшими точнейших измерений. Они, например, установили, что ржавеющий предмет не теряет в весе, как все долгое время считали, а, наоборот, становится тяжелее, – поразительное открытие. Ржавеющий предмет каким-то образом привлекал из воздуха частицы. Впервые появилось понимание, что материю можно преобразовать, но нельзя уничтожить¹⁰¹. Если вы сейчас сожжете эту книгу, ее вещество превратится в пепел и дым, но общее количество вещества в мире останется тем же. Данный принцип стал известен как сохранение массы. Это была революционная идея. К несчастью, она совпала по времени с другого рода революцией – Французской, – в которой Лавуазье оказался совсем не на той стороне.

Он не только был членом ненавистного «Генерального откупа», но и с энтузиазмом возводил стену вокруг Парижа – сооружение настолько противное восставшим гражданам, что они первым делом принялись рушить ее. Подчеркивая это, Марат, ставший в 1791 году влиятельной фигурой в Национальном собрании, заявил, что Лавуазье давно уже пора повесить. Вскоре «Генеральный откуп» был ликвидирован. А немного спустя Марата убила в ванне молодая женщина по имени Шарлотта Корде, которая считала себя несправедливо обиженной. Но для Лавуазье это было уже слишком поздно¹⁰².

В 1793 году власть террора, и без того значительная, достигла высшей точки. В октябре на гильотину отправили Марию Антуанетту. В следующем месяце, когда Лавуазье с женой строили запоздалые планы бегства в Шотландию, он был арестован. В мае 1794 года он вместе с другими тридцатью одним генеральным откупщиком предстал перед революционным трибуналом (в помещении суда возвышался бюст Марата). Восемьерых оправдали, а Лавуазье и других отправили прямоком на площадь Революции (ныне площадь Согласия), где французские гильотины работали особенно интенсивно. Лавуазье видел, как обезглавили его тестя, потом

¹⁰¹ Аналогичные опыты проводил в России Ломоносов, однако полученные им результаты долгое время оставались неизвестными научному сообществу, в том числе и в России.

¹⁰² Высказывания Марата в 1791 г. не были непосредственно связаны с казнью Лавуазье в мае 1794 г. А в 1791–1793 гг. Лавуазье, находясь на посту директора академии, сотрудничал с Национальным собранием, рекомендуя правительству полезные для страны технические изобретения и даже разрабатывая новые рациональные методы сбора налогов. Однако в 1793 г. академия была упразднена, а депутат Конвента Брудон потребовал судить всех бывших откупщиков (хотя откуп был уничтожен еще в 1791 г.). Лавуазье был арестован в июле 1793 г., через четыре месяца после гибели Марата, который, кстати, был убит не по мотивам личной обиды, а по политическим убеждениям: Шарлотта Корде не могла простить Марату казни Людовика XVI в январе 1793 г. и репрессий против монархистов.

сам поднялся на помост, принимая свою судьбу. Менее чем через три месяца, 27 июля, на том же месте и таким же образом казнили Робеспьера, и террор быстро прекратился.

Через сто лет после смерти Лавуазье в Париже ему был воздвигнут памятник. Им немало восхищались, пока кто-то не обратил внимание, что он совершенно не похож на оригинал. При допросе скульптор признался, что использовал голову математика и философа маркиза Кондорсе – которая, видимо, пропадала зря, – надеясь, что никто этого не заметит, а если и заметит, то не придаст значения. И в отношении последнего он оказался прав. Статуя Лавуазье – Кондорсе простояла еще полвека, до Второй мировой войны, когда однажды утром ее сняли и переплавили вместе с металлоломом.

* * *

В начале XIX века в Англии появилась мода вдыхать закись азота, или веселящий газ: стало известно, что его употребление «сопровождается весьма приятным возбуждением». На следующие полвека он станет излюбленным наркотиком молодежи. Одно ученое объединение – Аскезианское общество¹⁰³ какое-то время увлекалось подобными представлениями: в театрах устраивались «вечера веселящего газа», где добровольцы могли подкрепиться доброй дозой зелья, а затем потешать публику своими нелепыми движениями.

Лишь в 1846 году закиси азота наконец нашлось полезное применение в качестве обезболивающего средства. Кто знает, сколько десятков тысяч людей напрасно терпели невыносимые страдания под ножами хирургов лишь из-за того, что никто не подумал о самом очевидном практическом применении этого газа.

Я упоминаю об этом, чтобы показать, как химия, столь далеко продвинувшись в XVIII веке, зашла в тупик в первые десятилетия девятнадцатого, во многом подобно тому, как это случилось с геологией в первые годы двадцатого. Отчасти это произошло из-за нехватки оборудования – например, до второй половины столетия не было центрифуг, что сильно ограничивало многие виды экспериментов, – а отчасти по социальным причинам. Химия, вообще говоря, была наукой деловых людей, тех, кто имел дело с углем, поташом и красителями, а не джентльменов, которые тяготели к геологии, естественной истории и физике. (В континентальной Европе было слегка иначе, но лишь слегка.) В этом отношении показательно, что одно из важнейших открытий столетия – броуновское движение, установившее подвижную природу молекул, принадлежало не химику, а шотландскому ботанику Роберту Броуну. (В 1827 году Броун заметил, что взвешенные в воде крошечные крупинки цветочной пыльцы находились в постоянном движении, сколько бы времени ни давалось на отстаивание. Причина этого бесконечного движения – а именно воздействие невидимых молекул – долгое время оставалась загадкой.)

Дела пошли бы еще хуже, если бы не один невероятно колоритный персонаж – граф фон Румфорд, который, несмотря на свой пышный титул, появился на свет в 1753 году в Уобурне, штат Массачусетс, и звали его просто Бенджамин Томпсон. Томпсон любил порисоваться, отличался честолюбием, был «хорош обликом и статью», а порой проявлял храбрость и чрезвычайную сообразительность, и в то же время не был обременен такими неудобствами, как сомнения и колебания. В девятнадцать лет он женился на богатой вдове, которая была на четырнадцать лет старше его, но с началом революции в колониях он неблагоразумно встал на сторону лоялистов¹⁰⁴ и одно время шпионил на них. В роковом 1776 году, оказавшись под

¹⁰³ Аскезианское общество было образовано в 1796 г. Его название происходит от греческого слова *askesis*, означающего упражнения или подготовку. Позднее некоторые его члены приняли участие в создании Британского геологического общества.

¹⁰⁴ Лоялистами называли противников независимости Америки от Англии, которые тем самым проявляли лояльность британской короне. Впрочем, иногда их называют и роялистами.

угрозой ареста «за равнодушие к делу свободы», Томпсон покинул жену и ребенка и удрал от толпы антироялистов, гнавшихся за ним с ведрами горячего дегтя и мешками перьев и всерьез намеревавшихся разукрасить его ими.

Сначала он бежал в Англию, потом в Германию, где служил военным советником при курфюрсте Баварии и произвел на власти такое впечатление, что в 1791 году ему был пожалован титул графа фон Румфорда. В Мюнхене он также спланировал и разбил знаменитый парк, известный как Английский сад.

В промежутках между этими занятиями он каким-то образом находил время всерьез заниматься чистой наукой. Он стал главным авторитетом в мире в области термодинамики и первым разъяснил принципы конвекции в жидкостях и циркуляцию океанских течений. Он также изобрел множество полезных вещей, включая капельную кофеварку, обогреваемое нижнее белье и один из видов кухонной плиты, до сих пор известный как румфордовская печь. В 1805 году во время одной из поездок во Францию он добился руки мадам Лавуазье, вдовы Антуана-Лорана. Брак не был удачным, и вскоре они расстались. Румфорд остался жить во Франции, где пользовался всеобщим, кроме бывших жен, уважением и умер в 1814 году.

Мы упоминаем здесь о нем в связи с тем, что во время сравнительно короткого пребывания в Лондоне он в 1799 году основал Королевский институт, еще одно из множества ученых обществ, которые как грибы возникали по всей Британии в конце XVIII – начале XIX века. Одно время это было практически единственное учреждение, активно развивавшее молодую науку химию, и это было почти полностью благодаря блестящему молодому ученому Гемфри Дэви, который вскоре после принятия в общество был назначен профессором химии и быстро завоевал известность как выдающийся лектор и удачливый экспериментатор.

Заняв свою должность, Дэви вскоре стал один за другим выдавать новые элементы – калий, натрий, магний, кальций, стронций и алюминий¹⁰⁵. Он открыл так много элементов не потому, что его так уж часто посещало вдохновение, а благодаря разработанному им способу воздействия электричеством на жидкое вещество – известному как электролиз. Всего он открыл двенадцать элементов, пятую часть всех известных в то время. Дэви, возможно, сделал бы и больше, но, к несчастью, в молодости он пристрастился к закиси азота, причем до такой степени, что прикладывался к ней по три-четыре раза в день. В конце концов, как считают, в 1829 году газ его и погубил.

К счастью, в других местах работали более трезвые люди. В 1808 году суровый квакер по имени Джон Дальтон первым упомянул о природе атома (шаг, о котором речь пойдет чуть дальше), а в 1811 году итальянец, носивший роскошное оперное имя Лоренцо Романо Амадео Карло Авогадро, граф Кваренья и Черрето, сделал открытие, которое в дальнейшем приобретет большое значение, – а именно, что два равных объема газа любого вида при одинаковых давлении и температуре будут содержать одинаковое число молекул.

Два факта хочется отметить относительно подкупающего своей простотой закона Авогадро, как его стали называть. Во-первых, он послужил основой для более точного измерения размера и веса атомов. Пользуясь расчетами Авогадро, химики в конечном счете смогли, например, вычислить, что диаметр типичного атома составляет 0,000000008 сантиметра, что действительно чрезвычайно мало. А во-вторых, около пятидесяти лет об этом законе почти никто не знал¹⁰⁶.

¹⁰⁵ С названием алюминия случилась забавная история, причиной которой стали нехарактерные для Дэви колебания. Открыв элемент в 1808 году, он сначала назвал его алюмиум (*alumiun*). Однако спустя четыре года по каким-то причинам передумал и изменил название на алюминум (*aluminum*). Американцы послушно приняли новый термин, однако многим британцам не понравилось, что слово *aluminum* нарушает сложившуюся схему именования элементов с окончанием на *-ium* (*sodium* – калий, *calcium* – кальций, *strontium* – стронций). Поэтому они предпочли добавить еще одну гласную, а с ней и дополнительный слог. Теперь в Америке говорят *aluminum*, а в Великобритании *aluminium*. А еще в числе достижений Дэви следует назвать изобретение безопасной рудничной лампы для шахтеров.

¹⁰⁶ Этот закон значительно позже привел к принятию так называемого числа Авогадро в качестве основной единицы

* * *

Отчасти это случилось потому, что сам Авогадро не отличался общительностью – работал в одиночку, переписывался с учеными-коллегами очень мало, опубликовал мало работ и не бывал в собраниях, – но также причина и в том, что химиков, чтобы их посещать, просто не было, а химических журналов для публикации статей было мало. Это чрезвычайно странный факт. Промышленная революция разворачивалась в значительной мере благодаря прогрессу химии, но при этом на протяжении десятилетий химия едва существовала как сложившаяся наука.

Лондонское химическое общество было основано лишь в 1841 году, а его журнал стал регулярно выходить только в 1848 году. К тому времени большинству научных обществ в Англии – Геологическому, Географическому, Зоологическому, Садоводческому и Линнеевскому (для натуралистов и ботаников) насчитывалось по крайней мере по двадцать лет, а в ряде случаев и больше. Конкурирующий Институт химии появился лишь в 1877 году, через год после основания Американского химического общества. Из-за того, что химия так медленно организовывалась, известие о важном открытии Авогадро 1811 года стало общеизвестным лишь после первого Международного химического конгресса, состоявшегося в Карлсруэ в 1860 году.

Из-за того, что химики так долго работали обособленно друг от друга, медленно вырабатывались общепринятые обозначения. До второй половины столетия формула H_2O_2 у одного химика могла означать воду, а у другого – перекись водорода. Формула C_2H_4 могла означать как этилен, так и болотный газ – метан. Вряд ли можно было найти молекулу, которая бы везде обозначалась единообразно.

Химики также пользовались поразительным количеством символов и сокращений, часто придуманных ими самими. Швед Й. Я.

Берцелиус внес в эти дела необходимую меру порядка, установив, что сокращенные названия элементов должны основываться на их греческих или латинских названиях, вот почему аббревиатура для железа – Fe (от латинского *ferrum*), а для серебра – Ag (от латинского *argentum*). Тот факт, что многие другие аббревиатуры соответствуют их английским названиям, отражает обилие латинизмов в английском языке, а не его возвеличивание. Для обозначения количества атомов в молекуле Берцелиус применял надстрочную индексацию, например H_2O . Позднее без особых причин стали употребляться подстрочные цифровые индексы: H_2O^{107} .

Несмотря на эпизодические попытки навести порядок во второй половине XIX века, в химии царила известная неразбериха, вот почему всем пришлось по душе появление на научном горизонте несколько странного и немного безумного на вид профессора Петербургского университета Дмитрия Ивановича Менделеева.

измерения в химии. Оно соответствует числу молекул в 2,016 грамма водорода или равного объема любого другого газа и составляет $6,0221367 \cdot 10^{23}$ – ужасно большое число. Студенты-химики всегда любили развлекаться, демонстрируя, насколько велико это число. Так что я могу сообщить, что таким количеством зерен воздушной кукурузы можно было бы покрыть Соединенные Штаты слоем в 15 километров, таким количеством чашек можно было бы вычерпать Тихий океан, а такое же число банок прохладительных напитков, сложенных штабелями, покрыло бы Землю слоем высотой в 300 километров. Такого количества американских центов было бы достаточно, чтобы сделать каждого жителя Земли долларовым миллиардером. Поистине большое число.

¹⁰⁷ Верхние индексы теперь служат для обозначения степени ионизации атома или молекулы. Например, O^2- означает дважды ионизированный, то есть лишенный двух электронов атом кислорода. Также применяются верхние индексы слева от символа элемента, они обозначают атомный вес изотопа, например, ^{14}C – это радио активный изотоп углерода с атомным весом 14, применяющийся в археологии для датировки находок.

Менделеев родился в 1834 году в Тобольске, в Западной Сибири, в образованной, достаточно обеспеченной и очень многочисленной семье – настолько многочисленной, что история потеряла точный счет ее членов: в одних источниках говорится, что было четырнадцать детей, в других называется семнадцать¹⁰⁸. Во всяком случае, все сходится на том, что Дмитрий был младшим. Но счастье не всегда сопровождало Менделеевых. Когда Дмитрий был еще маленьким, отец, директор местной школы, ослеп и матери пришлось искать работу. Эта, несомненно, выдающаяся женщина в конечном счете стала управлять преуспевающим стекольным заводом. Все шло хорошо до 1848 года, когда завод сгорел и семья впала в нужду. Преисполненная решимости дать младшенькому образование, неукротимая госпожа Менделеева с юным Дмитрием отправилась на попутных за три тысячи километров в Петербург и устроила сына в Педагогический институт. Измученная трудами, она вскоре умерла.

Менделеев добросовестно закончил учебу и со временем получил должность в университете. Там он проявил себя знающим, но не таким уж выдающимся химиком и больше был известен своими взлохмаченными волосами и бородой, которые подстригал раз в год, нежели своими успехами в лаборатории.

Однако в 1869 году, в возрасте тридцати пяти лет, он начал ради интереса пробовать привести элементы в систему. В то время элементы обычно группировали двумя путями – либо по атомному весу (опираясь на закон Авогадро), либо по общим свойствам (например, являются ли они металлами или газами). Прорыв, совершенный Менделеевым, заключался в том, что он увидел возможность объединить и то и другое в одной таблице.

Как часто бывает в науке, этот принцип был фактически предвосхищен тремя годами раньше в Англии химиком-любителем, которого звали Джон Ньюландс. Он высказал мысль, что, когда элементы располагают по весу, у них вроде бы гармонично повторяются определенные свойства – на каждом восьмом отсчете шкалы. Несколько неблагоразумно, ибо для такой идеи время еще не пришло. Ньюландс назвал это явление законом октав и связал его с октавами фортепьянной клавиатуры. Возможно, в порядке, предложенном Ньюландсом, был определенный смысл, но сама идея связи с музыкой воспринималась как в корне нелепая, и ее стали широко высмеивать. Бывало, на собраниях некоторые участники, дурачась, интересовались, не сыграют ли его элементы какой-нибудь мотивчик. Обескураженный Ньюландс бросил настаивать на своей идее и скоро совсем исчез из виду.

Менделеев подошел несколько иначе, расположив элементы периодами по семь¹⁰⁹, но исходя из той же предпосылки. И вдруг идея оказалась блестящей и на удивление перспективной. Поскольку свойства повторялись периодически, открытие стало известно как Периодическая таблица.

Говорят, что Менделеева толкнул на мысль карточный пасьянс, когда карты располагаются горизонтально по масти и вертикально по старшинству. Используя близкий подход, он расположил элементы по горизонтальным рядам, которые назвал периодами, и вертикальным столбцам, получившим название групп. Тем самым сразу выявлялись одни связи при чтении сверху вниз и другие – при чтении от одного края к другому. Вертикальные столбцы объединяли вещества со сходными свойствами. Так, медь располагается над серебром, а серебро над золотом по причине их химического родства как металлов, а гелий, неон и аргон находятся в одном столбце, где расположены газы. (На деле расположение элементов определяется свойством, называемым электронными валентностями, и если вы хотите в них разобраться, то вам придется поступить на вечерние курсы.) В горизонтальных рядах элементы своим чередом

¹⁰⁸ В семье Менделеевых было 17 детей, но четверо из них умерли в младенчестве.

¹⁰⁹ Много позднее, в 1900 году, Менделеев и У. Рамзай пришли к выводу о необходимости увеличить длину периода до восьми, чтобы включить группу благородных газов.

располагаются в возрастающем порядке по количеству протонов в ядрах, которое называется атомным номером¹¹⁰.

О строении атомов и важности протонов речь пойдет в следующей главе; а сейчас все, что нужно, так это понять принцип построения: у водорода всего один протон, так что его атомный номер – 1 и он первым стоит в таблице; у урана 92 протона, и его атомный номер – 92. В этом смысле, как отметил Филип Болл¹¹¹, химия – это, по существу, всего лишь дело подсчета. (Между прочим, не следует путать атомный номер с атомным весом, который означает число протонов плюс число нейтронов в данном элементе.)

Но и после открытия периодического закона многое еще предстояло узнать и понять. Водород – самый широко распространенный элемент во Вселенной, и тем не менее никто не догадывался об этом еще тридцать лет. Гелий, второй по обилию элемент, был открыт лишь годом раньше – до этого о его существовании даже не подозревали, – да и то не на Земле, а на Солнце, где его обнаружили с помощью спектроскопа во время солнечного затмения, потому он и был назван в честь греческого бога солнца Гелиоса. В лаборатории его не могли выделить до 1895 года. Но при всем том именно благодаря изобретению Менделеева химия теперь твердо стояла на ногах.

Для большинства из нас периодическая таблица – красивая абстракция, а для химиков она сразу установила порядок и ясность, которые вряд ли можно переоценить. «Периодическая таблица химических элементов, несомненно, является самой ясной и простой из систематизирующих таблиц, когда-либо разработанных», – писал Роберт Э. Кребс в «Истории и использовании земных химических элементов», – и вы найдете подобные оценки практически в каждом труде по истории химии.

Сегодня мы имеем «120 или около того» известных элементов – 92 встречающихся в природе плюс пара дюжин созданных в лабораториях. Точное их число – вопрос дискуссионный, потому что искусственно синтезированные тяжелые элементы живут лишь миллионные доли секунды, и химики иногда спорят, действительно ли они были обнаружены¹¹². Во времена Менделеева было известно всего шестьдесят три элемента, но к его заслугам надо отнести и понимание того, что известные тогда элементы не создают полной картины и что многих частей в ней еще недостает. Его таблица с доставляющей удовлетворение точностью прогнозировала, где будут располагаться элементы, когда их обнаружат.

Кстати, никто не знает, как велико может быть количество элементов, однако об элементах с атомным номером, скажем, в районе 168, можно говорить «исключительно гипотетически»; но вот о чем можно говорить со всей определенностью, так это о том, что все найденное замечательно вписывается в великую систему Менделеева.

Но у XIX века был припасен для химиков еще один, последний важный сюрприз. Все началось в 1896 году с того, что в Париже А. Беккерель нечаянно оставил в ящике стола на фотографической пластинке пакетик с солями урана. Когда он позднее достал пластинку, то

¹¹⁰ На самом деле Периодическая таблица выглядит намного сложнее. Дело в том, что длина периодов не является постоянной. После двух периодов по восемь элементов следуют два длиной по 18. Десять добавочных элементов вставлены в них между второй и третьей позициями. Следующие два периода еще больше – по 32 элемента в каждом (самые последние из них до сих пор еще не получены). И это еще не все – самый первый период состоит всего из двух элементов: водорода и гелия. Все эти особенности успешно объяснены сегодня квантовой механикой. Но в XIX веке уловить закономерность при столь непостоянных периодах было весьма непросто. По мнению историка науки ван Спронсена, открытие периодического закона было возможно только в 1860-х годах, когда еще не выделили большинство редкоземельных элементов, из-за которых так раздуваются последние периоды таблицы.

¹¹¹ Филип Болл (*Philip Ball*, р. 1962) – британский популяризатор науки, лауреат премии «Авентис» за лучшую научно-популярную книгу 2004 года – «Критическая масса» (русский перевод: М.: Гелеос, 2008).

¹¹² По данным Объединенного института ядерных исследований в Дубне (ОИЯИ), к 2012 году были получены элементы с номерами до 118-го.

с удивлением обнаружил, что соли выжгли в ней следы, как если бы она засветилась. Соли испускали какое-то излучение¹¹³.

Учитывая важность того, что он обнаружил, Беккерель поступил довольно странно: поручил исследовать это явление одной из аспиранток. К счастью, этой аспиранткой оказалась незадолго до того эмигрировавшая из Польши Мария Кюри. Работая вместе с мужем Пьером, Кюри обнаружила, что определенные виды горных пород постоянно выделяют значительное количество энергии, не уменьшаясь, однако, в размерах и не изменяясь каким-либо заметным образом. Чего ни она, ни ее муж не знали – и чего не знал никто, пока Эйнштейн не объяснил это в следующем десятилетии, – так это того, что данные породы чрезвычайно эффективно превращают массу в энергию. Мария Кюри окрестила этот эффект «радиоактивностью». В процессе работы супруги Кюри также открыли два новых элемента – полоний, названный в честь родины Марии, и радий. В 1903 году супругам Кюри и Беккерелю была совместно присуждена Нобелевская премия по физике. (Мария Кюри в 1911 году получит еще одну премию, в области химии; она единственный человек, получивший премию и по химии, и по физике.)

В Университете Макгилла в Монреале новыми радиоактивными материалами заинтересовался молодой уроженец Новой Зеландии Эрнест Резерфорд. Вместе с коллегой Фредериком Содди он открыл, что в небольших количествах этих веществ заключены огромные запасы энергии и что радиоактивным распадом в значительной мере может объясняться земное тепло. Они также обнаружили, что радиоактивные элементы распадаются на другие элементы – что один день вы имеете, скажем, атом урана, а на следующий день он уже может оказаться атомом свинца. Это было поистине невероятно. Алхимия в чистом виде; никто даже не представлял, что такие вещи могут происходить в природе самопроизвольно.

Прирожденный прагматик, Резерфорд первым увидел возможность практического использования этого явления. Он заметил, что для распада половины любого образца радиоактивного материала всегда требуется одно и то же время – знаменитый период полурапада¹¹⁴ и что неизменное постоянство темпов этого распада можно использовать наподобие часов. Определив нынешний уровень излучения вещества и зная скорость его распада, можно вычислить его возраст. Резерфорд провел опыт над уранинитом, основным элементом урановой руды, и установил, что ему 700 миллионов лет, то есть намного старше возраста, который большинство людей было готово дать Земле.

Весной 1904 года Резерфорд отправился в Лондон прочитать лекцию в Королевском институте, высокочтимой организации, учрежденной графом фон Румфордом всего за 105 лет до этого, в эпоху напудренных париков, которая казалась глубокой древностью в сравнении с работающей выносливостью поздней викторианской эпохи. Резерфорд ехал рассказать о своей новой распадной теории радиоактивности и для иллюстрации вез с собой кусок уранинита. Учитывая присутствие на заседании престарелого лорда Кельвина (пусть иногда и засыпающего), Резерфорд тактично заметил, что, согласно предположению самого Кельвина, открытие некоего нового источника тепла может полностью изменить его расчеты возраста Земли. Резерфорд нашел такой источник. Благодаря радиоактивности Земля может быть – и, само

¹¹³ В мае 2006 г. в ОИЯИ были впервые исследованы химические свойства 112-го элемента. В соответствии с Периодической таблицей он оказался химическим аналогом ртути.

¹¹⁴ Возможно, вы когда-нибудь задавались вопросом, как атомы определяют, каким 50 процентам суждено погибнуть, а каким – продолжать жить до следующего раза. На это можно ответить, что период полураспада берется просто для удобства подсчета – это своего рода актуарная таблица элементарных частиц. Представьте, что у вас имеется образец вещества с периодом полураспада 30 секунд. Это не означает, что каждый атом образца будет существовать точно 30, или 60, или 90 секунд, или какое-то точно предназначенное время. Каждый атом фактически будет существовать совершенно произвольный период времени, вовсе не кратный 30; он может просуществовать две секунды, а может продержаться на протяжении нескольких лет, десятилетий или столетий. Никто не в силах этого предсказать. Но зато можно утверждать, что интенсивность исчезновения в целом по образцу такова, что половина атомов исчезает каждые 30 секунд. Это средний темп распада; другими словами, это характеристика, применимая к любой большой выборке. Например, кто-то однажды вычислил, что период полураспада американских десятицентовиков составляет примерно тридцать лет.

собой разумеется, была – намного старше 24 миллионов лет, которые полагались ей согласно последним расчетам Кельвина.

Кельвин одарил лучезарной улыбкой почтительное изложение результата опытов Резерфорда, но, в сущности, отнесся к нему равнодушно. Он так и не признал пересмотренные цифры и до конца своих дней считал труд о возрасте Земли своим глубочайшим и важнейшим вкладом в науку – намного более значительным, чем труды по термодинамике.

Как и большинство научных революций, новые открытия Резерфорда не встретили единодушного одобрения. В Дублине Джон Джолли до первой половины 1930-х годов, то есть до самой смерти, усиленно настаивал, что возраст Земли не превышает 89 миллионов лет. Других стало волновать то, что Резерфорд отпустил им слишком большой срок. Но даже при использовании радиодатирования, как стали называть измерения времени по радиоактивному распаду, потребовались десятки лет, прежде чем мы получили действительный возраст Земли, составляющий миллиарды лет. Наука была на правильном пути, но еще довольно далека от цели.

Кельвин умер в 1907 году. Этот год был также свидетелем кончины Дмитрия Менделеева. Как и у Кельвина, его плодотворные труды остались далеко в прошлом, но преклонные годы были заметно менее спокойными. С возрастом Менделеев все больше отличался упрямством и эксцентричностью, например, он отказывался признавать существование радиации¹¹⁵, электронов и многие другие новые вещи. Последние десятилетия он большей частью сердито хлопал дверьми в лабораториях и лекционных залах по всей Европе. В 1955 году элемент 101 был назван в его честь менделевием. «Подходящее название, – отмечает Пол Стразерн¹¹⁶, – это нестабильный элемент».

Радиоактивное излучение, разумеется, продолжало существовать и давало о себе знать такими явлениями, каких никто не ожидал. В начале 1900-х годов у Пьера Кюри стали проявляться первые признаки лучевой болезни – в частности, тупые боли в костях и постоянное недомогание, – которые, несомненно, привели бы к большим неприятностям. Но мы никогда определенно этого не узнаем, потому что в 1906 году он погиб, переходя улицу в Париже, под колесами наехавшего на него экипажа.

Мария Кюри всю оставшуюся жизнь посвятила работе в этой области и весьма преуспела, в 1914 году она принимала участие в создании знаменитого Радиевого института при Парижском университете. Несмотря на две Нобелевские премии, ее так и не избрали в Академию наук, в значительной мере из-за того, что после смерти Пьера она вступила в любовную связь с женатым физиком, настолько нескромную, что шокировала даже французов – или по крайней мере возглавлявших академию стариков, что, пожалуй, не одно и то же.

Долгое время считалось, что все обладавшее такой чудесной энергией, как радиоактивность, должно быть целительным. Производители зубной пасты и слабительных средств много лет добавляли в свои продукты радиоактивный торий, и по крайней мере до конца 1920-х годов санаторий «Глен-Спрингс» на озере Сенека-лейк в штате Нью-Йорк (как, несомненно, и многие другие) с гордостью рекламировал лечебные свойства своих «радиоактивных минеральных источников». Радиоактивные вещества было запрещено применять в потребительских товарах лишь в 1938 году. Но было уже слишком поздно для Марии Кюри, скончавшейся в 1934 году от лейкемии. Радиоактивность оказалась настолько пагубной и долгоживущей, что и теперь ее бумагами, относящимися к 1890-м годам – даже поваренными книгами, – слишком опасно

¹¹⁵ Первоначально Менделеев действительно очень скептически отнесся к сообщениям об открытии радиоактивности, и у него были все основания не доверять этой сенсации. Однако в 1902 г. он посетил лабораторию Беккереля и убедился в существовании явления радиоактивности. Для его объяснения он пытался построить собственную теорию, основанную на гипотетическом элементе эфире, который должен быть легче водорода, но это оказалось ошибочным ходом.

¹¹⁶ Пол Стразерн (*Paul Strathern*, р. 1940) – британский лектор, популяризатор науки и философии, автор книги «Мечта Менделеева», профессор университета Кингстона (Лондон).

пользоваться. Ее тетради с лабораторными записями хранятся в выстланных свинцом коробках, а желающие их увидеть должны облачиться в защитную одежду.

Благодаря самоотверженной и неосознанно опасной работе первых ученых-атомщиков в начале XIX века стало ясно, что у Земли, несомненно, весьма почтенный возраст, хотя исследователям потребовалось еще полвека, чтобы уверенно и точно сказать, насколько он почтен. Тем временем наука вступала в свой новый век – атомный.

Часть III. На заре нового века

Физика – это способ атомов думать об атомах.
Неизвестный автор

Глава 8. Вселенная Эйнштейна

По мере того как XIX век подходил к концу, ученые могли все более удовлетворенно думать о том, что они разгадали большинство тайн физического мира – назвать хотя бы электричество, магнетизм, газы, оптику, акустику, кинетику и статистическую механику, – все это выстроилось перед ними в образцовом порядке. Ученые открыли рентгеновские и катодные лучи, электрон и радиоактивность, придумали ом, ватт, кельвин, джоуль, ампер и крошечный эрг¹¹⁷.

Если что-то можно колебать, ускорять, возмущать, дистиллировать, соединять, взвешивать или превращать в газ, то всего этого они достигли и попутно произвели на свет массу универсальных законов, таких весомых и величественных, что их так и хочется писать с заглавных букв¹¹⁸. Электромагнитная полевая теория света, Закон эквивалентов Рихтера, Закон Шарля для идеального газа, Закон сообщающихся сосудов, Нулевое Начало Термодинамики, Концепция валентности, законы Действующих масс и бесчисленное множество других. Во всем мире лязгали и пыхтели машины и орудия, плоды изобретательности ученых. Многие умные люди считали тогда, что науке уже почти нечего больше делать.

Когда в 1875 году молодой немец из Киля Макс Планк решал, посвятить ли себя математике или физике, его горячо убеждали не браться за физику, потому что в этой области все решающие открытия уже сделаны. Предстоящее столетие, заверяли его, будет веком закрепления и совершенствования достигнутого, а никак не революций. Планк не послушал. Он взялся за изучение теоретической физики и целиком отдался работе над понятием энтропии, концепцией, лежащей в самой основе термодинамики, которая представлялась весьма многообещающей честолюбивому молодому ученому¹¹⁹. В 1891 году он представил результаты своих трудов и, к своему крайнему замешательству, узнал, что вся важная работа по энтропии фактически уже была сделана скромным ученым из Йельского университета по имени Дж. Уиллард Гиббс.

Гиббс, пожалуй, самая блестящая личность из тех, о ком большинство людей никогда не слышали. Застенчивый, почти незаметный, он, по существу, прожил всю жизнь, за исключением трех лет учебы в Европе, в пределах трех кварталов, ограниченных его домом и территорией Йельского университета в Нью-Хейвене, штат Коннектикут. Первые десять лет работы в Йеле он даже не позаботился о получении жалованья. (У него был независимый источник доходов.) С 1871 года, когда он занял в университете должность профессора, и до смерти в 1903 году его курс привлекал в среднем чуть больше одного студента в семестр. Написанная им книга была трудна для понимания, а используемые им собственные обозначения многие

¹¹⁷ Не все из этих физических единиц появились в XIX веке. Джоулем и ампером стали пользоваться только в середине XX века. При жизни лорда Кельвина единицу измерения абсолютной температуры, конечно, тоже не называли кельвином.

¹¹⁸ Это справедливо в отношении английского языка.

¹¹⁹ Если быть конкретнее, энтропия – это мера хаотичности или разупорядоченности в системе. Даррелл Эббинг в учебнике «Общая химия» очень удачно поясняет это на примере колоды карт. В новой упаковке, только что вынутой из коробки, карты сложены по мастям и по старшинству – от тузов к королям, – можно сказать, что карты в ней находятся в упорядоченном состоянии. Перетасуйте карты, и вы создадите беспорядок. Энтропия – численно характеризует, насколько беспорядочно это состояние, и помогает определить вероятности различных результатов дальнейшей перетасовки. Чтобы полностью постичь энтропию, необходимо также иметь представление о таких понятиях, как тепловые неоднородности, кристаллические решетки, стехиометрические отношения, но здесь была представлена самая общая идея.

считали непонятными. Но в этих его непонятных формулировках скрывались поразительно яркие догадки.

В 1875–1878 годах Гиббс выпустил серию работ под общим названием «О равновесии гетерогенных субстанций», где блестяще излагались принципы термодинамики, можно сказать, почти всего – «газов, смесей, поверхностей, твердых тел, фазовых переходов... химических реакций, электрохимических ячеек, осмоса и выпадения в осадок», – перечисляет Уильям Кроппер¹²⁰. По сути, Гиббс показал, что термодинамика имеет отношение к теплу и энергии не только в масштабах больших и шумных паровых машин, но также оказывает существенное влияние на атомарном уровне химических реакций. «Равновесие» Гиббса называли «*Началами термодинамики*»¹²¹, однако по не поддающимся объяснению соображениям Гиббс предпочел опубликовать сыгравшие такую важную роль результаты своих исследований в «Трудах Коннектикутской Академии искусств и наук» – журнале, которому удавалось быть почти неизвестным даже в Коннектикуте, потому-то Планк и узнал о Гиббсе, когда было уже поздно.

Не утратив присутствия духа – но, скажем, слегка обескураженный, – Планк обратился к другим предметам¹²². Мы вскоре вернемся к ним, но сначала ненадолго (но по делу!) заглянем в Кливленд, штат Огайо, в учреждение, называвшееся тогда Школой прикладных наук Кейза. Там в 1880-х годах сравнительно молодой физик Альберт Майкельсон и помогавший ему приятель-химик Эдвард Морли предприняли серию экспериментов, получив любопытные и вызвавшие озабоченность результаты, которые окажут огромное влияние на последующее развитие событий.

По существу, Майкельсон и Морли непреднамеренно подорвали давно сложившуюся веру в существование некой субстанции, называемой светоносным эфиром, – стабильной, невидимой, невесо мой, неощутимой и, к сожалению, всецело воображаемой среды, которая, как считалось, пропитывает всю Вселенную. Порожденный Декартом, с готовностью принятый Ньютоном и почитаемый с тех пор почти всеми эфир занимал самое центральное место в физике XIX века, позволяя объяснить, как свет перемещается сквозь пустоту пространства. В нем особенно нуждались, потому что свет стали рассматривать как электромагнитные волны, то есть своего рода вибрации. А вибрации должны происходить в *чем-то*; отсюда потребность в эфире и долгая к нему приверженность. Еще в 1909 году выдающийся английский физик Дж. Дж. Томсон¹²³ категорически утверждал: «Эфир – это не порождение фантазии спекулятивного философа; он так же необходим нам, как необходим воздух, которым мы дышим». И это спустя более чем четыре года после того, как было совершенно неоспоримо доказано, что его не существует. Словом, люди очень сильно привязались к эфиру.

Если бы вам потребовалось проиллюстрировать представление об Америке XIX века как о стране открытых возможностей, вряд ли вы нашли бы лучший пример, нежели карьера Альберта Майкельсона. Он родился в 1852 году на польско-германской границе в семье бедных еврейских торговцев, в раннем детстве переехал с семьей в Соединенные Штаты и вырос в Калифорнии, в лагере на приисках во время «золотой лихорадки», где его отец торговал одеждой. Не имея возможности по бедности платить за учебу в колледже, Альберт отправился в

¹²⁰ Уильям Кроппер (*William H. Cropper*) – почетный профессор химии университета Сент-Лоуренс в Нью-Йорке. Автор книги «Великие физики: от Галилея до Ньютона».

¹²¹ Тем самым подчеркивалась сопоставимость труда с «Началами» Ньютона.

¹²² Планку в жизни часто не везло. Любимая первая жена умерла рано, в 1909 году, а младший из двух сыновей погиб в Первую мировую войну. У него также было двое дочерей-близнецов, которых он обожал. Одна умерла при родах. Другая взялась присматривать за маленькой девочкой и влюбилась в мужа ее сестры. Они поженились, и два года спустя она тоже умерла во время родов. В 1944 году, когда Планку было восемьдесят пять лет, в его дом попала бомба союзников [по антигитлеровской коалиции], и он потерял все – бумаги, дневники, все, что было собрано за целую жизнь. В следующем году его оставшийся в живых сын был уличен в заговоре с целью убийства Гитлера и казнен.

¹²³ Дж. Дж. Томсон (*Joseph John Thomson*, 1856–1940) – английский физик, первооткрыватель электрона.

Вашингтон, округ Колумбия, и стал околачиваться у дверей Белого дома, чтобы во время ежедневного президентского моциона попадаться на глаза Улиссу С. Гранту. (То был куда более наивный век.) В ходе этих прогулок Майкельсон настолько снискал расположение президента, что тот согласился предоставить ему бесплатное место в Военно-морской академии США. Именно там Майкельсон освоил физику.

Десять лет спустя, уже будучи профессором в кливлендской Школе прикладных наук, Майкельсон заинтересовался возможностью измерить движение эфира – нечто вроде встречного ветра, который испытывают объекты, прокладываящие себе путь сквозь пространство. Одно из предсказаний ньютоновской физики заключалось в том, что скорость света, движущегося в эфире, должна меняться в зависимости от того, приближается наблюдатель к источнику света или удаляется от него, но никто еще не придумал способа измерить это. Майкельсону пришло в голову, что за полгода направление движения Земли вокруг Солнца меняется на противоположное. Поэтому, если выполнить тщательные измерения при помощи очень точного прибора и сравнить скорость движения света в противоположные времена года, то можно получить ответ.

Майкельсон уговорил недавно разбогатевшего изобретателя телефона Александра Грэма Белла предоставить средства на создание оригинального и точного прибора собственной конструкции, названного интерферометром, который мог с большой точностью измерять скорость света. Затем с помощью талантливого, но державшегося в тени Морли Майкельсон принялся за многолетние скрупулезные измерения. Работа была тонкой и изнурительной и на время приостанавливалась из-за серьезного нервного переутомления ученого, но к 1887 году были получены результаты. Они оказались совсем не такими, каких ожидали двое экспериментаторов.

Как написал астрофизик из Калифорнийского технологического института Кип Торн¹²⁴: «Скорость света оказалась одинаковой *во всех* направлениях и *во все* времена года». Это был первый за двести лет – действительно ровно за двести лет – намек на то, что законы Ньютона, возможно, применимы не всегда и не везде. Результат опыта Майкельсона – Морли стал, по словам Уильяма Кроппера, «возможно, самым известным отрицательным результатом за всю историю физики». За эту работу Майкельсон удостоился Нобелевской премии по физике – причем он стал первым американцем, удостоенным этой награды, – правда, спустя двадцать лет. А до того опыта Майкельсона – Морли неприятно, словно дурной запах, витали на задворках научной мысли.

Удивительно, что, несмотря на свои открытия, Майкельсон на заре XX века причислял себя к тем, кто считал, что здание науки почти закончено и остается, по словам одного из авторов журнала *Nature*, «добавить лишь несколько башенок и шпилей да вырезать несколько украшений на крыше».

На деле же, разумеется, мир должен был вот-вот вступить в век такой науки, в которой многие люди вообще ничего не поймут и никто не будет в состоянии охватить все. Ученые вскоре обнаружат, что запутались в беспорядочном царстве частиц и античастиц, где вещи возникают и исчезают за отрезки времени, в сравнении с которыми наносекунды кажутся излишне затянутыми и бедными на события, где все незнакомо. Наука перемещалась из мира макрофизики, где предметы можно увидеть, поддержать, измерить, в мир микрофизики, в котором явления происходят с непостижимой быстротой и в масштабах, не поддающихся воображению. Мы должны были вот-вот вступить в квантовый век, и первым, кто толкнул дверь, был до тех пор неудачливый Макс Планк.

¹²⁴ Кип Торн (*Kip Stephen Thorne*, р. 1940) – американский физик-теоретик, один из ведущих мировых экспертов по астрофизическим приложениям общей теории относительности, занимает позицию феинмановского профессора теоретической физики в Калифорнийском технологическом институте.

В 1900 году, в зрелом возрасте сорока двух лет, теперь уже физик-теоретик в Берлинском университете, Планк обнародовал новую «квантовую теорию», утверждавшую, что энергия не непрерывный поток вроде текущей воды, а поступает обособленными частями, которые он назвал квантами. Это была действительно новая концепция, к тому же очень удачная. Вскоре она поможет решить загадку экспериментов Майкельсона – Морли, поскольку покажет, что свету вообще-то не обязательно быть волной. А в более отдаленной перспективе она станет фундаментом всей современной физики. Во всяком случае, это был первый сигнал, что мир скоро изменится.

Но поворотным пунктом – зарей нового века – стал 1905 год, когда в немецком физическом журнале *Annalen der Physik* появился ряд статей молодого швейцарского чиновника, не связанного с университетами, не имевшего доступа к лабораториям и не являвшегося постоянным читателем библиотек крупнее национального патентного бюро в Берне, где он работал техническим экспертом третьего класса. (Незадолго до этого заявление о повышении в должности до второго класса было отклонено.)

Его звали Альберт Эйнштейн, и за один этот богатый событиями год он представил в *Annalen der Physik* пять работ, из них три, по словам Ч. П. Сноу, «относились к числу величайших трудов в истории физики» – в одной посредством новой квантовой теории Планка исследовался фотоэлектрический эффект, другая была посвящена поведению мелких частиц во взвешенном состоянии (известному как броуновское движение), и еще в одной излагались основы специальной теории относительности.

В первой, за которую ее автор удостоился Нобелевской премии, объяснялась природа света (что, среди прочего, способствовало появлению телевидения)¹²⁵. Вторая содержала доказательство того, что атомы действительно существуют – факт, который, как ни странно, продолжал тогда оспариваться. А третья просто изменила мир.

Эйнштейн родился в 1879 году в Ульме, на юге Германии, но вырос в Мюнхене. В ранний период жизни мало что говорило о грядущих масштабах его личности. В 1890-х годах электротехнический бизнес отца стал приходить в упадок, и семья переехала в Милан, но Альберт, к тому времени уже подросток, уехал в Швейцарию продолжать образование – хотя с первой попытки не смог сдать вступительный экзамен. В 1896 году, чтобы избежать призыва в армию, он отказался от немецкого гражданства и поступил в Цюрихский политехнический институт на четырехгодичный курс, выпускавший преподавателей естественных наук для средних школ. Он был способным, но не особо выдающимся студентом.

В 1900 году он окончил институт и через несколько месяцев стал публиковаться в *Annalen der Physik*. Самая первая его работа о физике жидкостей в соломинках для питья (надо же!) появилась в одном номере с работой Планка о квантовой теории. С 1902 по 1904 год он опубликовал ряд работ по статистической механике, только потом узнав, что в Коннектикуте скромный плодовитый Дж. Уиллард Гиббс проделал то же самое в 1901 году, опубликовав результаты в своих «Элементарных основах статистической механики».

Альберт полюбил венгерскую студентку-однокурсницу Милеву Марич. В 1901 году у них родился внебрачный ребенок, дочь, которую они потихоньку отдали на удочерение. Эйнштейн своего ребенка никогда не видел¹²⁶. Два года спустя они с Милевой поженились.

¹²⁵ Эйнштейн был удостоен премии за несколько неопределенные «заслуги в области теоретической физики». Ему пришлось ждать награды шестнадцать лет, до 1921 года, – довольно долгий срок по любым меркам, однако пустяк по сравнению с присуждением премии Фредерику Рейнсу, который открыл нейтрино в 1957 году, а удостоился Нобелевской премии лишь в 1995-м, тридцать восемь лет спустя, или немцу Эрнсту Руске, изобретшему электронный микроскоп в 1932 году, а получившему Нобелевскую премию в 1986-м, почти через столетия. Поскольку Нобелевская премия не присуждается посмертно, важным условием ее получения наряду с изобретательностью является долголетие.

¹²⁶ Нельзя с уверенностью говорить об удочерении первого ребенка Эйнштейна – Лизерль. Никаких официальных данных о ее рождении и дальнейшей судьбе не сохранилось. Предположительно Милева Марич родила дочь по имени Лизерль, находясь у своих родителей, поскольку внебрачный ребенок помешал бы едва начавшейся карьере Эйнштейна на государственной

Между двумя этими событиями Эйнштейн поступил на работу в швейцарское патентное бюро, где проработал следующие семь лет. Работа ему нравилась: она была достаточно интересной, чтобы дать работу уму, но не настолько напряженной, чтобы помешать занятиям физикой. Вот в таких условиях он в 1905 году и создал специальную теорию относительности.

«К электродинамике движущихся тел» – одна из самых удивительных научных публикаций, когда-либо выходивших в свет, как по изложению, так и по содержанию. В ней не было ссылок или сносок, почти никаких математических выкладок¹²⁷, не было и упоминаний о предшествовавших или оказавших влияние работах и говорилось лишь о помощи одного человека – коллеги по патентному бюро Мишеля Бессо. Выходило, писал Ч. П. Сноу¹²⁸, что «Эйнштейн пришел к этим умозаключениям лишь благодаря отвлеченным размышлениям, без посторонней помощи, не слушая мнений других. Удивительно, но в значительной мере именно так оно и было».

Его знаменитое уравнение $E = mc^2$ в данной работе отсутствовало, но появилось в кратком дополнении несколько месяцев спустя. Как вы, возможно, помните со школьных времен, E в уравнении означает энергию, m – массу, а c^2 – квадрат скорости света.

В самых простых словах это уравнение означает, что масса и энергия обладают эквивалентностью. Это две формы одной вещи: энергия – это освобожденная материя; материя – это энергия, ожидающая своего часа. Поскольку c^2 (скорость света, умноженная сама на себя) – это на самом деле громадное число, формула показывает, что в любом материальном предмете связано чудовищное – действительно чудовищное – количество энергии¹²⁹.

Вы можете не считать себя дюжим малым, но если вы просто взрослый человек обычной комплекции, то внутри вашей ничем не приметной фигуры будет заключено не менее 7×10^{18} джоулей энергии. Этого достаточно, чтобы взорваться с силой тридцати очень больших водородных бомб, при условии, что вы знаете, как освободить эту энергию и действительно захотите это сделать. Во всем, что нас окружает, заключена такого рода энергия. Мы просто не очень сильны в деле ее высвобождения. Даже водородная бомба – самая энергичная штука, какую мы сумели на сегодня создать, – освобождает менее 1 процента энергии, которую она могла бы выделить, будь мы более умелыми.

Среди множества других вещей теория Эйнштейна объясняла механизм радиоактивности: как кусок урана может непрерывно испускать высокоэнергичные лучи и не таять от этого подобно кубику льда. (Это возможно благодаря высочайшей эффективности превращения массы в энергию в соответствии с формулой $E = mc^2$.) Этим же объяснялось, каким образом звезды могут гореть миллиарды лет, не исчерпывая свое топливо. Одним росчерком пера, простой формулой Эйнштейн одарил геологов и астрономов роскошью оперировать миллиардами лет. Но самое главное – специальная теория относительности показала, что скорость света является постоянной и предельной. Ничто не может ее превзойти. Теория относительности помогла нам увидеть свет (это не каламбур) в роли самого центрального понятия в наших представлениях о природе Вселенной. И, что также далеко не случайно, она решала проблему

службе. Из писем Эйнштейна известно, что в возрасте 1,5 лет Лизерль тяжело болела скарлатиной. Не исключено, что она просто не дожила до того времени, когда родители вступили в брак и могли забрать ее к себе.

¹²⁷ Это не вполне верное описание. Упомянутая статья Эйнштейна содержала довольно обширные, хотя и не очень сложные математические выкладки, были в ней и подстраничные сноски, но вот библиографических ссылок действительно не было.

¹²⁸ Чарлз Перси Сноу (Charles Percy Snow, 1905–1980) – британский ученый и литератор. Наиболее известна его статья «Две культуры» (1959), в которой он отмечает, что разрыв между гуманитарной и естественно-научной культурами является главным препятствием для решения мировых проблем.

¹²⁹ Как c стало символом скорости света – своего рода загадка, но вот Дэвид Боданис предполагает, что оно происходит от латинского *celentias*, означающего скорость. В соответствующем томе «Оксфордского словаря английского языка», подготовленном лет за десять до появления теории Эйнштейна, для символа c указывается множество значений – от углерода (*carbon*) до крикета (*cricket*), но нет никакого упоминания о символе света или скорости.

светоносного эфира, окончательно проясняя, что его не существует. Эйнштейн дал нам Вселенную, которая в нем не нуждалась.

Физики обычно не склонны уделять излишнее внимание утверждениям служащих швейцарского патентного бюро, поэтому, несмотря на обилие содержащихся в них полезных новшеств, статьи Эйнштейна мало кто заметил. Решив несколько величайших загадок Вселенной, Эйнштейн попробовал устроиться лектором в университет, но получил отказ, затем хотел стать учителем в средней школе, но и здесь ему было отказано. Так что он вернулся на свое место технического эксперта третьего класса – но, разумеется, продолжал думать. Конца еще даже не было видно.

* * *

Когда поэт Поль Валери¹³⁰ спросил однажды Эйнштейна, есть ли у него записная книжка, где он записывает свои идеи, Эйнштейн поглядел на него с неподдельным удивлением. «О, в этом нет необходимости, – ответил он. – Они не так уж часто у меня появляются». Вряд ли стоит говорить, что когда они у него появлялись, то, как правило, были хороши. Следующая идея Эйнштейна была величайшей среди когда-либо приходивших кому-то в голову – поистине величайшей из великих, как отмечают Бурс, Мотц и Уивер в своей объемистой истории атомной физики. «Как порождение одного ума, – писали они, – это, несомненно, высшее интеллектуальное достижение человечества»¹³¹. И это вполне заслуженная похвала.

Иногда пишут, что где-то около 1907 года Альберт Эйнштейн увидел, как с крыши свалился рабочий, и стал размышлять о проблеме гравитации. Увы, подобно многим забавным историям эта тоже представляется сомнительной. По словам самого Эйнштейна, он задумался о проблеме гравитации, просто сидя в кресле.

На самом деле то, до чего додумался Эйнштейн, было чем-то большим, нежели началом решения проблемы гравитации, поскольку ему с самого начала было очевидно, что гравитация – это единственное, что отсутствует в его специальной теории. «Специальным» в этой теории было то, что она имела дело в основном с предметами, движущимися свободно¹³². Но что произойдет, если движущийся предмет – прежде всего свет – встретит такую помеху, как гравитация? Этот вопрос занимал его мысли большую часть следующего десятилетия и привел к опубликованию в начале 1917 года труда, озаглавленного «Космологические соображения об общей теории относительности»¹³³. Специальная теория относительности 1905 года была, разумеется, глубоким и значительным трудом; но, как однажды заметил Ч. П. Сноу, если бы Эйнштейн в свое время не подумал о ней, это сделал бы кто-нибудь еще, возможно, в ближайшие пять лет; эта идея носилась в воздухе. Однако общая теория – совершенно другое дело. «Не появись она, – писал Сноу в 1979 году, – мы, возможно, ждали бы ее по сей день».

С его трубкой, неброской привлекательностью и словно наэлектризованной шевелюрой, Эйнштейн был слишком талантлив, чтобы вечно оставаться в тени, и в 1919 году, когда война была позади, мир внезапно открыл его. Почти сразу его теории относительности приобрели репутацию непостижимости для простых смертных. Исправлению этого впечатления не способствовали и казусы вроде того, что случился с газетой *The New York Times*, решившей дать

¹³⁰ Поль Валери (*Paul Valéry*, 1871–1945) – французский писатель и поэт. Имел широкий круг интересов, в частности, переписывался с Луи де Бройлем и Альбертом Эйнштейном.

¹³¹ Речь идет о книге «Ученые-атомщики» (*Boorse et al. The Atomic Scientists*) – которая содержит более ста биографий ученых: от Тита Лукреция Кара до Ричарда Фейнмана.

¹³² Широко распространено заблуждение, будто специальная теория относительности (СТО) не годится для описания ускоренного движения и вызывающих его сил. На самом деле СТО позволяет описывать движение под действием сил, но она не раскрывает природу гравитации и не объясняет процессы в очень сильных полях тяготения.

¹³³ Сама общая теория относительности была обнародована в 1915 г.

материал о теории относительности. Как пишет об этом Дэвид Боданис¹³⁴ в своей превосходной книге « $E=mc^2$ », по причинам, не вызывавшим ничего, кроме удивления, газета отправила брать интервью у ученого своего спортивного корреспондента, специалиста по гольфу, некоего Генри Крауча.

Материал был явно ему не по зубам, и он почти все переврал. Среди содержавшихся в материале живучих ляпов было утверждение о том, что Эйнштейну удалось найти издателя, достаточно смелого, чтобы взяться за выпуск книги, которую «во всем мире может уразуметь» лишь дюжина мудрецов. Не было такой книги, такого издателя, такого круга ученых, но слава осталась. Скоро число людей, способных постичь смысл относительности, сократилось в людской фантазии еще сильнее – и, надо сказать, в научной среде мало что делалось, чтобы помешать хождению сей выдумки.

Когда какой-то журналист спросил британского астронома сэра Артура Эддингтона, верно ли, что он один из трех людей во всем мире, кому понятны теории относительности Эйнштейна, Эддингтон на мгновение сделал вид, что глубоко задумался, а затем ответил: «Я пытаюсь вспомнить, кто третий». В действительности трудность в отношении относительности состояла не в том, что она содержала множество дифференциальных уравнений, преобразования Лоренца и другие сложные математические выкладки (хотя так оно и было – даже Эйнштейну требовалась помощь математиков при работе с ними), а в том, что она шла вразрез с привычными представлениями.

Суть относительности состоит в том, что пространство и время не абсолютны, а относятся к конкретному наблюдателю и наблюдаемому предмету, и чем быстрее они движутся, тем более выраженным становится эффект. Мы никогда не сможем разогнаться до скорости света, но чем больше мы стараемся (и чем быстрее движемся), тем сильнее мы деформируемся на взгляд стороннего наблюдателя.

Почти сразу популяризаторы науки принялись искать способы сделать эти представления доступными для широкого круга людей. Одной из наиболее успешных попыток – по крайней мере в коммерческом отношении – была «Азбука относительности» математика и философа Бертрانا Рассела. Рассел приводит в книге образ, к которому с тех пор прибегали множество раз. Он просит читателя представить себе поезд длиной 100 метров,двигающийся со скоростью 60 процентов от скорости света. Человеку, стоящему на платформе, поезд показался бы длиной всего лишь 80 метров, а все находящееся внутри его будет подобным же образом сжатым. Если бы были слышны голоса пассажиров, то они звучали бы невнятно и растянуто, как на пластинке, вращающейся слишком медленно, а движения пассажиров казались бы в такой же степени замедленными. Даже часы в поезде, казалось бы, шли лишь на четыре пятых своей обычной скорости.

Однако – и в этом все дело – люди внутри поезда не ощущали бы этих искажений. Для них все в поезде выглядело бы совершенно нормальным. А вот мы на платформе казались бы им неестественно сплюснутыми и медлительными в движениях. Все, как видите, определяется вашим положением относительно движущегося предмета.

На самом деле этот эффект наблюдается всякий раз, когда вы двигаетесь. Перелетев Соединенные Штаты из конца в конец, вы выйдете из самолета примерно на одну стомиллионную долю секунды моложе тех, кого вы покинули. Даже расхаживая по комнате, вы чуть-чуть меняете свое восприятие времени и пространства. Подсчитано, что бейсбольный мяч, пущенный со скоростью 160 километров в час, по пути к базе увеличивает свою массу на 0,000000000002 грамма¹³⁵. Так что эффекты теории относительности реальны и были изме-

¹³⁴ Дэвид Боданис (*David Bodanis*) – автор ряда научно-популярных книг. Лауреат британской премии «Авентис» 2006 года за научно-популярную книгу «Электрическая вселенная: Как электричество включило современный мир» (русский перевод: М.: Колибри, 2009).

¹³⁵ Если быть точнее, такой массе эквивалентна кинетическая энергия летящего мяча.

рены. Трудность в том, что такие изменения слишком малы, чтобы оказывать на нас хоть сколько-нибудь ощутимое влияние. Но для других вещей во Вселенной – света, тяготения, самой Вселенной – они приводят к серьезным последствиям.

Так что если представления теории относительности кажутся нам непонятными, то это лишь потому, что мы не сталкиваемся с такого рода взаимодействиями в повседневной жизни. Однако, если снова обратиться к Боданису, все мы обычно сталкиваемся с проявлениями относительности другого рода, например, в том, что касается звука. Если вы гуляете в парке и где-то звучит надоедливая музыка, то, как вы знаете, если отойти куда-нибудь подальше, музыку станет не так слышно. Разумеется, это не из-за того, что сама музыка *становится* тише, просто изменится ваше положение относительно ее источника. Для кого-нибудь слишком маленького или медлительного, чтобы произвести этот опыт – скажем, для улитки, – мысль о том, что для двух разных слушателей барабан одновременно звучит с разной громкостью, может показаться невероятной.

Самой вызывающей и непостижимой из всех концепций общей теории относительности является мысль о том, что время – это часть пространства¹³⁶. Мы изначально рассматриваем время как бесконечное, абсолютное, неизменное; мы привыкли, что его неуклонный ход ничем не может быть нарушен. На деле же, согласно Эйнштейну, время постоянно меняется. Оно даже имеет форму. По выражению Стивена Хокинга¹³⁷, оно «неразрывно взаимосвязано» с тремя измерениями пространства, образуя удивительную структуру, известную как пространство-время.

Что такое пространство-время, обычно объясняют, предлагая представить что-нибудь плоское, но пластичное – скажем, матрац или лист резины, – на котором лежит тяжелый круглый предмет, например железный шар. Под тяжестью шара материал, на котором он лежит, слегка растягивается и прогибается. Это отдаленно напоминает воздействие на пространство-время (материал) массивного объекта, такого как Солнце (металлический шар): оно растягивает, изгибает и искривляет пространство-время. Теперь, если вы покатите по листу шарик поменьше, то, согласно Ньютоновым законам движения, он будет стремиться двигаться по прямой, но, приближаясь к массивному объекту и уклону прогибающегося материала, он катится вниз, неотвратимо влекомый к более массивному предмету. Это гравитация – результат искривления пространства-времени.

Каждый обладающий массой объект оставляет небольшую вмятину в структуре космоса. Так что Вселенная – это, как выразился Деннис Овербай, «бесконечно проминающийся матрац». Гравитация с такой точки зрения не столько самостоятельная сущность, сколько свойство пространства, это «не “сила”, а побочный продукт искривления пространства-времени», пишет физик Митио Каку¹³⁸ и продолжает: «В некотором смысле гравитации не существует; что движет планетами и звездами, так это искривление пространства и времени».

Разумеется, аналогия с проминающимся матрацем верна только в известных пределах, потому что не включает эффекты, связанные со временем. Но в данном случае наш мозг спо-

¹³⁶ На самом деле объединение пространства и времени появилось уже в специальной теории относительности. Однако искривление пространства-времени, о котором идет речь дальше, действительно вводится только в общей теории относительности.

¹³⁷ Стивен Уильям Хокинг (*Stephen William Hawking*, р. 1942) – британский физик-теоретик, профессор математики Кембриджского университета. Основные направления исследований – космология и квантовая теория гравитации. В 1974 г. доказал, что черные дыры должны испускать излучение. Книга Хокинга «Краткая история времени», опубликованная в 1988 г., 4,5 года продержалась в списке бестселлеров лондонской газеты *Sunday Times* и разошлась суммарным тиражом около 10 млн экземпляров (русский перевод: СПб.: Амфора, 2010).

¹³⁸ Митио Каку (*Michio Kaku*) – американский физик-теоретик японского происхождения, автор ряда монографий и нескольких научно-популярных бестселлеров, в частности «Физика невозможного» (русский перевод: М.: Альпина нон-фикшн, 2009). В 2006 году Каку подготовил на BBC серию программ, посвященных природе времени, он ведет большое научное ток-шоу на радио.

собен лишь на нее, ибо практически невозможно представить структуру, состоящую на три четверти из пространства и на одну четверть из времени, причем все в нем переплетено, как нити шотландского пледа. Во всяком случае, я думаю, можно согласиться, что это была потрясающая по масштабу идея для молодого человека, глазевшего из окна патентного бюро в столице Швейцарии.

* * *

Среди многого другого общая теория относительности Эйнштейна говорила о том, что Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. Но Эйнштейн не был космологом и разделял общепринятое мнение о том, что Вселенная вечна и неизменна. Во многом для того, чтобы отразить это представление, он ввел в свои уравнения элемент, получивший название космологической постоянной, которая играла роль произвольно выбираемого противовеса действию гравитации, своего рода математической кнопки «пауза». Авторы книг по истории науки всегда прощают Эйнштейну этот ляпсус, но, по существу, это было громадным научным промахом. Он это знал и называл «самой большой ошибкой в своей жизни»¹³⁹.

Так уж совпало, что приблизительно в то же время, когда Эйнштейн добавлял к своей теории космологическую постоянную, в Лоуэлловской обсерватории в Аризоне один астроном по имени Весто Слайфер (вообще-то он был из Индианы), снимая спектры отдаленных галактик, обнаружил, что они выглядят удаляющимися от нас¹⁴⁰. Вселенная не была неподвижной. Галактики, которые разглядывал Слайфер, обнаруживали явные признаки доплеровского смещения – тот же механизм стоит за характерным звуком: *и-и-иж-жу-у-у*, который производят пролетающие мимо нас по треку гоночные машины¹⁴¹. Это явление также характерно и для света, и в случае удаляющихся галактик оно известно как красное смещение (потому что удаляющийся от нас источник света выглядит покрасневшим, а приближающийся – голубеет).

Слайфер первым обнаружил этот эффект в излучении галактик и осознал его потенциальное значение для понимания движений в космосе. К сожалению, никто не обратил на это внимания. К Лоуэлловской обсерватории, как вы помните, относились как к немного странному учреждению из-за одержимости Персиваля Лоуэлла марсианскими каналами, хотя в 1910-х она стала во всех отношениях выдающимся астрономическим центром. Слайфер не был в курсе эйнштейновской теории относительности, а мир, в свою очередь, не слышал о Слайфере. Так что его открытие не имело никаких последствий.

Вместо него слава в основном досталась весьма самолюбивому человеку по имени Эдвин Хаббл. Хаббл родился в 1889 году, на десять лет позже Эйнштейна, в маленьком городке в штате Миссури на краю плато Озарк, и рос там же и в пригороде Чикаго Уитоне, штат Иллинойс. Его отец был директором успешной страховой конторы, так что жизнь всегда была обеспеченной, и Эдвин пользовался щедрой материальной поддержкой. Это был физически силь-

¹³⁹ Введение космологической постоянной в уравнения общей теории относительности было математически совершенно корректным шагом. В последние годы новые астрофизические данные вновь поставили перед учеными вопрос о том, что космологическая постоянная (или нечто наподобие нее) может потребоваться в уравнениях, описывающих эволюцию Вселенной. Так что «величайшая ошибка Эйнштейна» вполне может оказаться одним из его пророчеств. Но нельзя не признать, что из-за веры в статичность Вселенной и введения в уравнения космологической постоянной Эйнштейн не смог на основе собственной теории предсказать расширение Вселенной. Это действительно было очень досадным упущением для Эйнштейна, но его не замедлили восполнить другие космологи, в первую очередь де Ситтер, Леметр и Фридман.

¹⁴⁰ Свои наблюдения Слайфер произвел на 5 лет раньше – в 1912 г., однако опубликовал результаты только в 1917 г.

¹⁴¹ Эффект назван по имени австрийского физика Иоганна Кристиана Доплера, который первым теоретически предсказал этот эффект в 1842 году. Если коротко, происходит следующее: когда движущийся источник приближается к неподвижному объекту, звуковые волны уплотняются, толпясь перед приемником (скажем, вашими ушами). Это подобно тому, как любые предметы, подпираемые сзади, нагромождаются на неподвижный объект. Это нагромождение воспринимается слушающим как более высокий звук (*и-и-иж*). Когда же источник звука проходит мимо и начинает удаляться, звуковые волны растягиваются и удлиняются и высота звука внезапно падает (*жу-у-у*).

ный, одаренный спортсмен, обаятельный, остроумный красавец – по описанию Уильяма Г. Кроппера, он был «пожалуй, слишком красив»; «Адонис», по словам еще одного поклонника. Согласно его собственным рассказам в жизни ему более или менее постоянно удавалось совершать героические поступки – спасать тонущих, выводить перепуганных людей в безопасное место на полях сражений во Франции, приводить в замешательство мировых чемпионов по боксу нокадаунами в показательных матчах. Все это выглядело слишком хорошо, чтобы можно было поверить. Да... При всех своих талантах и способностях Хаббл к тому же был неисправимым лгуном.

Это было более чем странно, ибо жизнь Хаббла с ранних лет была богата настоящими отличиями, порой на удивление обильными. В 1906 году за одни школьные соревнования по легкой атлетике он победил в прыжках с шестом, в толкании ядра, метании диска и молота, прыжках в высоту с места и с разбега и был в составе команды, выигравшей эстафету на одну милю, – словом, семь первых мест за одни соревнования, и вдобавок он был третьим в прыжках в длину. В том же году он установил рекорд штата Иллинойс в прыжках в высоту.

В равной мере он отличался и в учебе и без труда поступил в Чикагский университет, где изучал физику и астрономию (так совпало, что факультет в то время возглавлял Альберт Майкельсон). Здесь он был включен в число первых стипендиатов Родса в Оксфорде. Три года пребывания в Англии явно вскружили ему голову, потому что, вернувшись в 1913 году в Уитон, он стал носить инвернесский плащ с капюшоном, курить трубку и употреблять странно высокопарный язык – не совсем британский, но что-то вроде того, – который сохранил на всю жизнь. Позднее он утверждал, что большую часть двадцатых годов практиковал в качестве адвоката в Кентукки, хотя в действительности работал школьным учителем и баскетбольным тренером в Нью-Олбани, штат Индиана, до того как получил докторскую степень и отслужил короткий срок в армии. (Он прибыл во Францию за месяц до перемирия и почти наверняка не слышал ни одного боевого выстрела.)

В 1919 году, уже в тридцать лет, он переехал в Калифорнию и получил должность в обсерватории Маунт-Уилсон близ Лос-Анджелеса. Быстро и более чем неожиданно он становится самым выдающимся астрономом XX века.

Стоит на минуту прерваться и представить, как мало было известно о космосе в то время. Сегодня астрономы считают, что в видимой Вселенной насчитывается около 140 миллиардов галактик¹⁴². Это огромное число, намного больше, чем можно себе представить. Если бы галактики были морожеными горошинами, то такого количества было бы достаточно, чтобы заполнить им большой концертный зал, скажем Бостон-гарденс или Королевский Альберт-холл. (Это на самом деле вычислил астрофизик Брюс Грегори.) В 1919 году, когда Хаббл приблизил глаз к окуляру, количество известных галактик составляло ровно одну штуку – Млечный Путь. Все остальное считалось либо частью Млечного Пути, либо одним из множества удаленных незначительных скоплений газа. Хаббл вскоре продемонстрировал, насколько ошибочным было это убеждение.

В следующие десять лет Хаббл занимался решением двух самых фундаментальных вопросов, касающихся нашей Вселенной: определением ее возраста и размеров. Чтобы получить ответ, необходимо было знать две вещи: как далеко находятся определенные галактики и как быстро они удаляются от нас (т. е. скорость разбегания). Красное смещение дает нам скорость, с которой галактики удаляются, но ничего не говорит о расстояниях до них. Для определения расстояний требуются так называемые «эталонные свечи» – звезды, светимость которых можно надежно вычислить и использовать как эталон для измерения яркости других звезд (а отсюда относительного расстояния до них).

¹⁴² См. примеч. 33.

Удача пришла к Хабблу вскоре после того, как выдающаяся женщина по имени Генриетта Сван Левитт придумала, как найти такие звезды. Левитт работала в обсерватории Гарвардского колледжа вычислителем¹⁴³. Вычислители всю жизнь изучали фотопластинки с отснятыми звездами и производили вычисления – отсюда название. Это было более чем нудное занятие, но другой работы в области астрономии в те дни для женщин в Гарварде не было – как, впрочем, и в других местах. Такой порядок хотя и был несправедливым, давал неожиданные преимущества: он означал, что половина лучших умов обращалась на занятия, которые иначе привлекли бы мало внимания, и создал условия, когда женщины в конечном счете сумели разобраться в деталях строения космоса, которые зачастую ускользали от внимания их коллег-мужчин.

Одна вычислительница из Гарварда, Энни Джамп Кэннон, благодаря постоянной работе со звездами создала их классификацию, настолько удобную, что ею пользуются по сей день¹⁴⁴. Вклад Левитт в науку был еще более основательным. Она заметила, что переменные звезды определенного типа, а именно цефеиды (названные по созвездию Цефея, где была обнаружена первая из них), пульсируют в строго определенном ритме, демонстрируя что-то вроде звездного сердцебиения. Цефеиды встречаются крайне редко, но по крайней мере одна из них хорошо известна большинству из нас – Полярная звезда является цефеидой.

Теперь мы знаем, что цефеиды пульсируют подобным образом, потому что это звезды преклонного возраста, которые прошли, пользуясь языком астрономов, «стадию главной последовательности» и стали красными гигантами. Химия красных гигантов несколько сложновата для нашего изложения (она требует, например, понимания свойств однократно ионизированных атомов гелия и множества других вещей), но, если проще, можно сказать так: они сжигают остатки топлива таким образом, что в результате получаются строго ритмичные изменения блеска. Гениальная догадка Левитт состояла в том, что, сравнивая относительную яркость цефеид в разных точках неба, можно определить, как соотносятся расстояния до них. Их можно было использовать в качестве эталонных свечей – термин, предложенный Левитт, который стал употребляться всеми. Этот метод дает возможность определять только относительные, а не абсолютные расстояния, но все же это был первый способ измерения крупномасштабных расстояний во Вселенной.

(Чтобы представить значение этих озарений в истинном свете, стоит, пожалуй, отметить, что в то время, когда Левитт и Кэннон делали свои выводы о фундаментальных свойствах космоса, располагая для этого лишь расплывчатыми изображениями далеких звезд на фотографических пластинках, гарвардский астроном Уильям Г. Пикеринг¹⁴⁵, который, конечно, мог, когда только хотел, глядеть в первоклассный телескоп, разрабатывал свою, не иначе как новаторскую, теорию о том, что темные пятна на Луне вызваны полчищами сезонно мигрирующих насекомых.)

Объединив космическую линейку Левитт с оказавшимися под рукой красными смещениями Весто Слайфера, Хаббл стал свежим взглядом оценивать расстояния до отдельных объектов космического пространства. В 1923 году он показал, что отдаленная призрачная туманность в созвездии Андромеды, обозначаемая М 31, – это вовсе не газовое облако, а россыпь звезд, самая настоящая галактика в сто тысяч световых лет шириной на расстоянии по крайней мере девятисот тысяч световых лет от нас¹⁴⁶. Вселенная оказалась обширнее – куда как обширнее, чем кто бы то ни было мог предположить. В 1924 году Хаббл опубликовал свою

¹⁴³ По-английски эта должность называлась тогда *computer*.

¹⁴⁴ Речь идет о так называемой гарвардской спектральной классификации звезд. Правда, ее современный вид (O – B – A – F – G – K – M – L – T) очень далек от того, который был предложен изначально.

¹⁴⁵ Уильям Пикеринг (*William H. Pickering*, 1858–1938) – американский астроном, первооткрыватель спутника Сатурна Фебы. В 1919 г. предсказал существование Планеты X по возмущениям в движении Урана и Нептуна, что способствовало открытию Плутона, масса которого, впрочем, оказалась недостаточной для возмущающего воздействия.

¹⁴⁶ Современная оценка размеров этой галактики и расстояния до нее – в 2,5 раза больше.

ключевую статью «Цефеиды в спиральных туманностях», где показал, что Вселенная состоит не из одного Млечного Пути, а из большого числа отдельных галактик – «островных вселенных», – многие из которых больше Млечного Пути и значительно удаленнее.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.