БИЛЛ БРАЙСОН

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПОЧТИ ВСЕГО НА СВЕТЕ

«Тем, кто считает, что наша планета в достаточной степени изучена, следует подумать еще раз»

журнал Forbes

Annotation

«Краткая история почти всего на свете» Билла Брайсона — самая необычная энциклопедия из всех существующих! И это первая книга, которой была присуждена престижная европейская премия за вклад в развитие мировой науки имени Рене Декарта.

По признанию автора, он старался написать «простую книгу о сложных вещах и показать всему миру, что наука — это интересно!».

Книга уже стала бестселлером в Великобритании и Америке. Только за 2005 год было продано более миллиона экземпляров «Краткой истории». В ряде европейских стран идет речь о том, чтобы заменить старые надоевшие учебники трудом Билла Брайсона.

В книге Брайсона умещается вся Вселенная от момента своего зарождения до сегодняшнего дня, поднимаются самые актуальные и животрепещущие вопросы: вероятность столкновения Земли с метеоритом и последствия подобной катастрофы, темпы развития человечества и его потенциал, природа человека и характер планеты, на которой он живет, а также истории великих и самых невероятных научных открытий.

-
- Предисловие научного редактора перевода
- От автора
- Введение
- I
  -
  - 1
  - 2
  - 3
- II
  -
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
- III
  -
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
- IV
  -
  - 13
  - 14
  - 15
- V
  -
  - 16

- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26

- VI
  -
  - 27
  - 28
  - 29
  - 30

- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
  - 25
  - 26
  - 27
  - 28
  - 29
  - 30

- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65
- 66
- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76
- 77

- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
- 93
- 94
- 95
- 96
- 97
- 98
- 99
- 100
- 101
- 102
- 103
- 104
- 105
- 106
- 107
- 108
- 109
- 110
- 111
- 112
- 113
- 114
- 115
- 116
- 117
- 118
- 119
- 120
- 121
- 122
- 123
- 124

- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147
- 148
- 149
- 150
- 151
- 152
- 153
- 154
- 155
- 156
- 157
- 158
- 159
- 160
- 161
- 162
- 163
- 164
- 165
- 166
- 167
- 168
- 169
- 170
- 171

- 172
- 173
- 174
- 175
- 176
- 177
- 178
- 179
- 180
- 181
- 182
- 183
- 184
- 185
- 186
- 187
- 188
- 189
- 190
- 191
- 192
- 193
- 194
- 195
- 196
- 197
- 198
- 199
- 200
- 201
- 202
- 203
- 204
- 205
- 206
- 207
- 208
- 209
- 210
- 211
- 212
- 213
- 214
- 215
- 216
- 217
- 218

- 219
- 220
- 221
- 222
- 223
- 224
- 225
- 226
- 227
- 228
- 229
- 230
- 231
- 232
- 233
- 234
- 235
- 236
- 237
- 238
- 239
- 240
- 241
- 242
- 243
- 244
- 245
- 246
- 247
- 248
- 249
- 250
- 251
- 252
- 253
- 254
- 255
- 256
- 257
- 258
- 259
- 260
- 261
- 262
- 263
- 264
- 265

- 266
- 267
- 268
- 269
- 270
- 271
- 272
- 273
- 274
- 275
- 276
- 277
- 278
- 279
- 280
- 281
- 282
- 283
- 284
- 285
- 286
- 287
- 288
- 289
- 290
- 291
- 292
- 293
- 294
- 295
- 296
- 297
- 298
- 299
- 300
- 301
- 302
- 303
- 304
- 305
- 306
- 307
- 308
- 309
- 310
- 311
- 312

- 313
- 314
- 315
- 316
- 317
- 318
- 319
- 320
- 321
- 322
- 323
- 324
- 325
- 326
- 327
- 328
- 329
- 330
- 331
- 332
- 333
- 334
- 335
- 336
- 337
- 338
- 339
- 340
- 341
- 342
- 343
- 344
- 345
- 346
- 347
- 348
- 349
- 350
- 351
- 352
- 353
- 354
- 355
- 356
- 357
- 358
- 359

- 360
- 361
- 362
- 363
- 364
- 365
- 366
- 367
- 368
- 369
- 370
- 371
- 372
- 373
- 374
- 375
- 376
- 377
- 378
- 379
- 380
- 381
- 382
- 383
- 384
- 385
- 386
- 387
- 388
- 389
- 390
- 391
- 392
- 393
- 394
- 395
- 396
- 397
- 398
- 399
- 400
- 401
- 402
- 403
- 404
- 405
- 406

- 407
- 408
- 409
- 410
- 411
- 412
- 413
- 414
- 415

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. «Да, — 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 не 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 сходных проблемах рассказывает по своему опыту 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 — это 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 появилось 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: он имел доступ к лучшим специалистам в каждой интересующей его области и обладал опытом 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 объем книги — это 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, что это путеводитель 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.

Далеко не все примечания связаны с ошибками. Наука в наше время развивается очень быстро. За неполных 3 года, прошедших с момента выхода книги на английском языке, ряд утверждений успел устареть. Например, Плутон в 2006 году утратил статус планеты, а австралиец Роберт Эванс, которому посвящена третья глава книги, уступил лидерство в рейтинге любителей-первооткрывателей сверхновых звезд шотландцу Тому Боулсу.

Наконец, еще один тип примечаний связан с персоналиями, которые упоминаются на страницах книги. А имен в ней очень много. 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 упоминаются мнения или цитаты с указанием имени научного журналиста или ученого-популяризатора без каких-либо пояснений. Многие из них хорошо известны любителям науки в англоязычных странах, а если даже и неизвестны, то информацию очень просто получить в Интернете. 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 — в США и в Австралии. Достижения вечных соперников французов традиционно даются со слегка ироничным подтекстом, а на долю других стран приходятся лишь отдельные имена. Например, из российских ученых подробно говорится только 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 книга получила международную известность, достигла тиража более 300 тысяч экземпляров и была в итоге переведена на русский язык. И теперь у вас есть замечательная возможность провести несколько вечеров за увлекательным и познавательным чтением.

Александр Сергеев Москва, 2006

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 проявляли 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 «Таймс».

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, Сторм-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-Пэрдью; Роджер Л. Ларсон, профессор морской геофизики университета Род-Айленда; Джефф Гуинн из газеты «Стар-Телеграм» 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 «Сидней морнинг геральд»; 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 Тасманского ботанического сада; Хобарт и оказавшие мне большую помощь сотрудники библиотеки штата Новый Южный Уэльс в Сиднее.

Кроме того, Сью Сьюпервиль, 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 вообще-то 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 тыс 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 всё.

И все же вы можете радоваться, что наше появление на свет вообще случается. Вообще-то 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. Вообще-то нет никакой необходимости в существовании Вселенной. Долгое время ее 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 % — 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 4 млн 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 Салливена[1]) 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 млрд 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 благоприятствуемой эволюционной линии, но вам также в высшей степени — можно сказать, чудесным образом — повезло с собственной родословной. Задумайтесь над тем, что за 3,8 млрд 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 на свете», 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 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 валятся с края неожиданно возникшего обрыва высотой 6,5 тыс км, 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 не более чем 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 занятного 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 подозревал, 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 4 или 5 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 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 бега?

Так что я решил посвятить часть своей жизни — как оказалось, 3 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 тыс часов, так что начнем.

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

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 млрд 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 100 млн). За 3 минуты формируется 98 % всей материи, которая существует сейчас или будет когдалибо 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 10 млрд лет назад, вдвое раньше или же где-то между этими моментами. Общее мнение, похоже, склоняется к величине 13,7 млрд 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 открытие[2].

Их звали Арно Пензиас и Роберт Вильсон. В 1965 году они пытались использовать большую коммуникационную антенну, в Холмделе, штат Нью-Джерси, принадлежавшую Лабораториям 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 км от них, в Принстонском университете, группа ученых во главе с Робертом Дикке билась над тем, как найти ту самую вещь, от которой 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 микроволны[3]. Немного позднее он даже предложил инструмент, который мог бы их зарегистрировать: антенну компании «Белл» в Холмделе. К сожалению, ни Пензиас, ни Вильсон, ни кто-либо из членов принстонской группы не читал эту статью Гамова.

Шум, который слышали Пензиас и Вильсон, конечно же, был шумом, который теоретически предсказал Гамов. Они обнаружили край Вселенной, или, по крайней мере, ее видимой части, на расстоянии более 100 миллиардов триллионов километров. Они «видели» первые фотоны — древнейший свет Вселенной[4], — хотя время и расстояние превратило 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 Вильсона и Пензиаса самые отдаленные галактики были обнаружены в районе шестидесятых этажей, а самые далекие объекты — квазары — где-то в районе двадцатых. Открытие Пензиаса и Вильсона довело наше знакомство с видимой Вселенной до высоты в полдюйма от пола цокольного этажа.

Все еще не зная о причине шума, Вильсон 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*[5] опубликовал две статьи: одну Пензиаса и Вильсона, описывавшую их опыт с регистрацией шипения, другую — группы Дикке, объяснявшую его природу. Хотя Пензиас и Вильсон 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 Овербаю[6], автору книги «Одинокие сердца в космосе», ни Пензиас, ни Вильсон полностью не понимали значения того, что открыли, пока не прочли об этом в «Нью-Йорк таймс». 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 что Большой Взрыв — это своего рода переходный этап, когда Вселенная из непостижимой для нас формы переходит в форму, которую мы почти можем понять. «Все это очень близко к религиозным вопросам», — говорил в 2001 году корреспонденту «Нью-Йорк таймс» космолог Андрей Линде[7].

Теория Большого Взрыва — не о самом взрыве, а о том, что произошло после взрыва. Причем в основном вскоре после взрыва. Произведя уйму расчетов и тщательных наблюдений на ускорителях элементарных частиц, ученые считают, что могут заглянуть во время спустя всего 10^{-43} секунды с момента творения, когда Вселенная была еще настолько мала, что разглядеть ее можно было только в микроскоп. Мы не должны падать в обморок от каждого встречающегося нам необычного числа, но, пожалуй, время от времени стоит ухватиться за одно из них, хотя бы для того, чтобы напомнить об их непостижимых и потрясающих значениях. Так, 10^{-43} — это 0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 1, или одна десяти миллионно триллионно триллионно триллионная секунды*.

--

** (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 x 10^{6}. Принцип очень прост — он основан на свойстве умножения на*

десять: 10 x 10 (то есть 100) становится 10^2; 10 x 10 x 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 x 10^9 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.)

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 никем 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 миллионно миллионно миллионно милионно миллионная 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, как 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 десятимиллионно триллионно триллионно триллионную 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.

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 здесь.[8] Как однажды заметил Эдвард Трайон[9] 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 6 величин, которые в основных чертах определяют свойства нашей Вселенной, и, если 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 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 вечно.[10] Космологи в светлые моменты иногда называют это тонкой подстройкой параметров — имея в виду, что все, дескать, правильно. (Для сведения: эти 3 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, повидимому, 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 конечным.[11] Строго говоря, неправильно даже утверждать, что пространство расширяется, потому что, как отмечает лауреат Нобелевской премии физик Стивен Вайнберг,[12] «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. Холдейн:[13] «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 сбитым с толку. Так вот, в отношении космоса мы оказываемся в таком же положении, как и наш озадаченный флэтладец,[14] только нас приводит в смущение большее число измерений.

Также, какие 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 — 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. Рис считает, что число световых лет в обхвате этой большей, незримой Вселенной выражалось 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 % 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, требуется 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».

2
ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ В СОЛНЕЧНУЮ СИСТЕМУ

В наши дни астрономы могут делать самые поразительные вещи. Если бы кто-нибудь чиркнул 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 Сагана,[15] «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 7 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 Чапмана:[16] «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 военными».[17]

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, 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 экватору.[18]

Второе твердое убеждение Лоуэлла состояло в том, что где-то за Нептуном должна существовать еще неоткрытая 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, по крайней мере, 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 трлн км, — 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 размеры,[19] из чего он состоит, какая у него атмосфера и что он вообще собой представляет. Многие астрономы считают, что это вовсе не планета, а всего лишь самый крупный объект, найденный до сих пор в зоне космических обломков, известной как пояс Койпера.[20] 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 уединенный образ жизни долгопериодические кометы (среди них недавние гостьи 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 столетие.[21] 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 еще более 600 транснептуновых объектов, или **плутино**,[22] каких 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 %, примерно как у куска древесного угля. К тому же эти куски угля находятся от нас на расстоянии более 6 млрд км.

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 км/сек), чтобы попасть на Плутон, потребовалось бы 7 часов.[23] 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 км/час.[24]

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 10 лет[25] — 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. — *Прим. перев.)* 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 % 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 м, а Плутон в 2,5 км (и будет размером с бактерию, так что в любом случае вы не сможете его разглядеть[26]). В том же масштабе ближайшая звезда, Проксима Центавра, будет находиться в 16 000 км от нас. Если даже вы ужмёте все до такой степени, что Юпитер станет размером с точку в конце этого предложения, а Плутон не больше молекулы,[27] 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 — сожмется до размера булавочной головки. Немного больше яркой звезды. [28] 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 «Вояджеров» 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 90, примерно треть из них обнаружена за последние 10 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 мы не достигнем облака Оорта раньше, чем — прошу прощения — через 10 тысяч лет. Плутон отмечает всего лишь одну 50-тысячную пути, а вовсе не край Солнечной системы, как бесцеремонно указывается на школьных схемах.[29]

У нас, конечно, нет шансов совершить такое путешествие. Даже поездка в 3 86 000 км 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 млрд 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 гипотезой*.

** (Правильнее было бы называть его облаком Ёпика — Оорта. Эстонский астроном Эрнст Ёпик выдвинул эту гипотезу в 1932 году, а голландский астроном Ян Оорт восемнадцать лет спустя уточнил расчеты.)*

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 небосводе.[30] 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 космического 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 3–4 такие долгопериодические кометы.[31] Изредка эти случайные гостьи 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 100 млн раз дальше Луны. Чтобы добраться туда межпланетному кораблю, потребовалось бы не меньше 25 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 года.[32] 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, выделывая 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 140 млрд галактик,[33] 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.

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 возникшая 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 миллионами.[34]

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 200 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 200 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. 200 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 10 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 сосед.[35]

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 км 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 четырнадцатого 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 заниматься,[36] 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 звезд 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 1,5 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 сверхновая.[37]

Эванс обладает до того исключительным талантом, что Оливер Сакс[38] 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.

«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 Вильсон 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 Вильсон, 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 млрд кг. 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 34 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 материей**.[39] 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 5 лет великий Роберт Оппенгеймер[40] 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 40 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 6 тысяч звезд, и лишь около 2 тысяч из них можно увидеть за раз. С помощью бинокля количество звезд, видимых из одной точки, возрастает до 50 тысяч, а с маленьким двухдюймовым телескопом оно подскакивает до 300 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 50 до 100 тыс 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 200–300 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.

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 60 сверхновых.[41] (Когда в августе 2001 года я побывал у него, он только что зафиксировал свое тридцать четвертое визуальное открытие;[42] тридцать пятое последовало через 3 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 отнаблюдать, пожалуй, сотни четыре галактик, тогда как в большой профессиональный телескоп, если повезет, сможет обследовать штук 50 или 60.

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 вглядывания в небо. Однажды он обнаружил 3 за 50 дней, но в другой раз прошло 3 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 пустячный 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 NGC1365. (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 несся сквозь пространство 60 млн 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 рассматривает 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 Перлмуттеру 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[43] — по существу, прекрасные цифровые фотокамеры. Тем самым поиск

сверхновых был автоматизирован. Телескопы теперь могут делать тысячи снимков, давая возможность компьютеру отыскать характерные яркие точки, свидетельствующие о взрывах сверхновых.[44] За 5 лет с использованием новой технологии Перлмуттер с коллегами обнаружили в Беркли сорокдве 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».[45]

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».

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 призрачного света. К добру бы это 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 лучей[46] и других космических атак. Не будь магнитосферы, всякий, с кем случилось несчастье оказаться на открытом солнце, довольно скоро стал бы похож на подгоревшую пиццу.

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 звезда-кандидат должна быть раз в 10 или 20 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 500 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 Облако,[47] 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. Журнал *Nature*[48] в некрологе (он умер в 2001 году) называет Хойла «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 мистификации,[49] к великому гневу музейных палеонтологов, 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 млн градусов и даже больше, а этого достаточно, чтобы запустить образование тяжелых элементов — процесс, называемый **нуклеосинтезом**.[50] 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 новых теоретических выкладок стало наконец возможным создать правдоподобный сценарий нашего появления здесь. Теперь считается, что мы знаем следующее.

Около 4,6 млрд лет назад в том месте космического пространства, где мы сейчас находимся, образовался и стал сжиматься огромный вихрь газа и пыли поперечником 24 млрд км. Почти всё — 99,9 % 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 млрд 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 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 500 млн 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.

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

II
РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

Был этот мир глубокой тьмой окутан, «Да будет свет!» — и вот явился Ньютон.

Александр Поуп.

Эпитафия: предназначалась сэру Исааку Ньютону

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 Кондамина,[52] которая отправились в Перу проводить триангуляционные измерения* расстояний в Андах.

*(* **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, имено 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.)*

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 км 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 13-летней 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 глубочай шей подозрительностью, с трудом веря, что группа французских 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 колокола. [53] Он со знанием дела писал о магнетизме, приливах и отливах, движениях планет и с любовью о действии опиума. Он придумал погодную карту и актуарную таблицу,[54] 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 16 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 Фейнмана,[55] 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 об этом, 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.

Ньютон, бесспорно, был странной личностью — сверх всякой меры выдающийся как 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 самыми странными опытами. Например, однажды ввел шило — длинную иглу, какими пользуются при сшивании кожи, — в глазную впадину и крутил им «между моим глазом и костью как можно ближе к глазному 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 27 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 Троицы[56] (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 Кейнс[57] 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, одной из самых важных для истории науки, встречи.

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

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 проницательные 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 3 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 4 раза. Это можно выразить формулой:

$F = GMm/r2,$

которая, разумеется, для большинства из нас не представляет никакого практического значения, но мы, по крайней мере, можем оценить ее изящество и лаконичность. Пара несложных 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 Туком 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 общество,[58] 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 час* нас не выбрасывает в космическое пространство, — что потребовалось какое-то время, чтобы постепенно осмыслить их значение.

-

** (Как быстро вы вращаетесь, зависит от того, где вы находитесь. Скорость вращения Земли изменяется от более чем 1600 км/ч на экваторе до нуля на полюсах. В Лондоне эта скорость составляет 1038 км/ч.)*

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, от чего планета должна стать слегка сплющенной. 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 семнадцатого 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, решил привнести в навигационное искусство долю математической точности и с этой целью взялся определить длину градуса.

Отправившись от стен лондонского Тауэра, Норвуд за 2 года самозабвенно прошагал 333 км 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 намного миль, — однако наделе оказалось, как с гордостью провозгласил Норвуд, что он измерил градус с точностью «до щепотки», а если точнее, то приблизительно до пятисот метров. Итоговая величина составляла 110,72 км 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 секторов[59] 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 км. 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 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 «muy accidentado» — сильно изорванным, — и он, вне всякого сомнения, именно такой. Французам пришлось карабкаться по одним из самых трудных в мире гор — 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 9,5 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 км 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 домой.[60]

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 30 лет, пока ее не воскресил в Англии королевский астроном Невил Маскелайн. В популярной книжке Дэйвы Собел «Долгота» Маскелайн выставлен придурком и негодяем зато, 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 Галл ей 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.

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 одного*.

-

** (Последнее прохождение имело место 8 июня 2004 года, а следующее состоится в 2012 году. В XXвеке их не было ни одного.)*

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 32 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 покоробилось 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, злоключения 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 — 3 часа 14 минут и 7 секунд.

Ле Жентиль стоически 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 11,5 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 Джеремией Диксоном, и они, повидимому, 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 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 4 долгих и полных опасностей года проводить топографическую съемку 390 км 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 млн км. (2 следующих прохождения в XIX веке позволили астрономам остановиться на величине 149,59 млн км. Теперь нам известно точное расстояние — 149,597870691 млн км.[61]) 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 XVIII 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.

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 Филадельфии, находясь, по-видимому, на грани нищеты. После завершения топографических съемок он не возвращался в Америку 18 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 4 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 ($5x10^{21}$) 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 XVIII 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 планетах*.

--

** (В 1781 году Гершель первым в нынешние времена открыл планету. Он хотел назвать ее Георгом в честь британского монарха, но предложение отклонили. Вместо этого она стала Ураном.)*

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 эксперименты; идея и необходимая аппаратура перешли к выдающемуся, но потрясающе 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 восемнадцатого 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 Максвелл[62] взял на себя задачу подготовки бумаг Кавендиша к печати; к тому времени почти все его открытия уже принадлежали другим ученым.

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 Nautilus, 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)* Земли.

--

** (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. (Даже на Земле вес и масса — это разные вещи. Вес — это сила, с которой предмет давит на опору или тянет за подвес. А масса — это, грубо говоря, количество вещества в предмете. Свободно падающий камень ни на что не давит. Поэтому его вес равен нулю — он находится в невесомости. А вот масса у него сохраняется — это сразу чувствуется, если камень попадет вам в голову. — Прим. науч. ред.)*

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 17 точнейших взаимосвязанных измерений, выполнение которых заняло почти целый год. Когда наконец Кавендиш закончил расчеты, он объявил, что Земля весит чуть больше 13 000 000 000 000 000 000 000 фунтов, или 6 миллиардов триллионов метрических тонн, если пользоваться современной системой измерений. (Метрическая тонна — это 1000 кг, 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 20 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 0,5 %. Интересно, что все эти измерения лишь подтвердили оценки, сделанные Ньютоном за 110 лет до Кавендиша без каких-либо экспериментов.

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 слыхал, с человеком, который создал новую науку, называемую геологией.

5
КАМНЕЛОМЫ

Как раз в то время, когда Генри Кавендиш завершал свои эксперименты в Лондоне, в 400 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 клонило 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 клаб» («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 копях, 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 2 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, которые 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 завершенного труда состояла из цитат французских источников, приводимых на языке оригинала. Третий том был настолько непривлекательным, что не издавался до 1899 года — больше 100 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 Босвелл[63] 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 5 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 самодостаточностью. 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 10 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 3-тысячные аудитории послушать его убаюкивающие описания морских цеолитов и сейсмических возмущений в итальянской Кампании.

Во всем тогдашнем цивилизованном мире, но особенно в Британии, ученые мужи выбирались 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.

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 «Таймс» 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 Левером, 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 сиживали 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 чудаком. 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 находил 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 черепашьи». 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 нептунистов 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 нептунизм 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 равномерными[64] 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. Гексли [65] насмешливо уподоблял «ряду робберов виста,[66] 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 острие 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, 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 XX 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 вымираний,[67] 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 Беш[68] — 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. Пермский[69] напоминает о российской Пермской области с Уральскими горами.[70] Меловым периодом мы обязаны бельгийскому геологу с броским именем Ж. Ж. д'Омалиус д'Аллуа.

Геологическую историю сначала делили на 4 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 2 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 системы,[71] охватывающие промежуток времени после эры динозавров, среди них плейстоцен («самый молодой»), плиоцен («более молодой»), миоцен («средне молодой») и подкупающе неопределенный олигоцен («незначительно молодой»). Сначала Лайель намеревался употреблять окончания «-synchronous» («-синхронный»), одаряя нас такими скрипуче звучащими обозначениями, как «мейосинхронус» и «плейосинхронус». Преподобный Уильям Уэвелл, человек весьма влиятельный, возражал, ссылаясь на этимологические соображения, и предложил взять за образец окончание «-eous» («принадлежащий к чему-либо»), получая «мейонеус», «плейонеус» и т. д. В итоге прижилось окончание «-цен», которое стало чем-то вроде компромисса.

В современной науке геологическое время в первом приближении делится сначала на 4 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.*

--

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

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 млн лет. И, наконец, мы имеем уйму еще более мелкихь подразделений, известных как века. Большинство их названо по географическим местам: оксфордский, маастрихтский, кампанский (Кампань — французская провинция), кимериджский (Кимердж — деревушка в графстве Дорсет на юге Англии) и далее в том же роде. Всего, по словам Джона Макфи,[72] 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 7 различных веков там, где другие довольствуются четырьмя. Другие же делят докембрий на две эры, истинно древнюю архейскую и более позднюю протерозойскую.[73] 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 Форти[74] 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 онжил где-то между «десятью тысячами [и] более чем 10 тысячами раз по 10 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 учебников*.

--

* *(Хотя практически все книги упоминают про Ашера (Assher), 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»).*

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 Гоулд[75] 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. Радуик: «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 намека 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?

Одна из более или менее подходящих идей относительно определения возраста планеты исходила от всегда заслужиавшего 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 насколько 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 Бюффоном. 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 покаялся 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 Земли*.

--

** (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).*

Оно вызвало столько споров, что Дарвин изъял 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 пэралишь 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 XIX 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 10 лет. Когда ему только минуло 20, 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 написал (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 53 года.

За долгий жизненный путь (а он умер в 1907 году в возрасте 83 лет) Кельвин написал 661 статью, накопил 69 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 света*.

--

** (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 4 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 3 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).*

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 *Macmilan's* статья, содержавшая предположение, что Земле 98 млн лет, но предусмотрительно допускалось, что эта цифра могла быть сокращена до 20 млн лет или увеличена до 400 млн. 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 млн до 100 млн лет, затем до 50 млн и, наконец, в 1897 году до всего лишь 24 млн 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 девятнадцатом веке вдруг появилось *очень много* таких окаменелых свидетельств.

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 Вудбери 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 поддержали 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?

Атем 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 6 и снабдили его страшными когтями, которые на самом деле принадлежали найденному поблизости мегалониксу, 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 обнаружились 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 равнинах.[76] 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 один месяц, когда в Париже прославленный аристократ Кювье выдвигал свои теории вымирания, по другую сторону Ла-Манша куда менее известного англичанина осенила догадка о значении окаменелостей, которая тоже повлечет за собой долговременные последствия. Молодой Уильям Смит работал на строительстве Сомерсетского угольного канала.[77] 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 вон 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 выставляло 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 Плинус Муди нашел древние следы на уступе скалы в Саут Хэдли, 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 назвавшему его именем очаровательный

вьющийся кустарник. Некоторые ботаники-пуристы до сих пор упрямо называют его уистарией.

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 11, 12 или 13 лет, в зависимости от того, где вы об этом прочтете, — нашла вмурованное в круто нависающую над Ла-Маншем скалу странное окаменелое морское чудовище длиной 5 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 sell sea-shells on the sea-shore».[78]) 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 Алджернон 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 — 3 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 увещеваниям своего друга, преподобного Уильяма Бакленда — того самого, в мантии и со своеобразным аппетитом, — работать осторожнее, Мантелл посвятил 3 года кропотливым поискам 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 не характерную 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, — южно-

американских 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 свои таланта. Увлекшись собирательством, он забросил врачебную практику. Скоро ископаемые заполонили 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 этим 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 4 крепких ногах, что придает ему вид довольно упитанного, несоразмерно большого пса. (В жизни игуанодоны не ползали на 4 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, чем 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 околевшего носорога. Оуэн быстро стал ведущим экспертом по всем видам животных, существующим и вымершим — от утконосов, ехидн и других только что открытых сумчатых до злополучных дронтов[79] 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 на самом деле принадлежат к значительно более ранней (на 30 млн 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 навыкате — 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) ссылался 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 «Литерари газетт» появился некролог, привлекший 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 Кэдбери[80] 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 не случайно 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, чтобы определить, 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, вплоть до поощрения рабочих приходить в музей по вечерам, а большую часть музейной площади выделить 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 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 девятнадцатого 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 3 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 Лейке, бродя с приятелем по окрестностям поселка Моррисон, обнаружил кости. Сочтя, что они принадлежали «гигантскому ящеру», Лейке 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. Лейке 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 9 до почти 150.[81] Большинство динозавров, названия которых обычно приходят на память — стегозавры, бронтозавры, диплодоки, трицератопсы — были найдены одним из них*.

--

** (Достойным внимания исключением является тираннозавр, найденный в 1902 году*

Барнумом Брауном. (На самом деле первые останки тираннозавра были найдены именно Коупом в 1892 году. Он назвал находку Manospondylus gigas. *Второй и третий образцы нашел Браун в 1900 и 1902 годах. По находкам Брауна в 1905 г. его руководитель Генри Осборн официально описал вид* Tyrannosaurus rex. *Однако с находкой Коупа его долгое время не сопоставляли. Позднее Браун нашел еще 3 образца тираннозавра, в том числе в 1908 г. почти полный скелет. Приоритет Коупа стал ясен в 1916 г., когда Осборн отождествил* Tyrannosaurus rex *и* Manospondylus gigas. *Однако переименовывать вид не стали, поскольку он уже был широко известен публике.* — Прим. научн. ред.)

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 *Uintatherum anceps,* не менее 22 раз.[82] 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 исследова тельскую 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 покатилась 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 филадельфийских пансионов 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 собой 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 калекой 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 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 девятнадцатого 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 400 центнеров древних костей, и потом еще 6 лет к ним добавлялись по нескольку тонн в год.

В результате к началу XX 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 20 млн 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 млн 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 млн лет. Джон Джоли[83] 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 млн 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 млн, 18 млн, 600 млн, 794 млн или 2,4 млрд 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 млн 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.

7
ПРОСТЕЙШИЕ ВЕЩЕСТВА

Часто говорят, что серьезной и респектабельной 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 ней был медленным и зачастую беспорядочным. Еще в восемнадцатом 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 50 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 грамм) фосфора достигала 6 гиней — около 300 фунтов стерлингов в нынешних ценах — другими словами, он был дороже золота.[84]

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 спичек.[85]

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. В конце концов нетерпеливость Шееле обернулась 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 застывшего на лице его потрясенного выражения.

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 36 *лет* после Шееле.[86]

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 восемнадцатого 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 горения.[87] Где-то среди всего этого, как считали, также скрывалась таинственная *elan 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 долевое участие в глубоко ненавидимом населением предприятии, носившем название Ferme Generale («Генеральный откуп» — компании, 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 млн фунтов стерлингов нынешними деньгами.

Спустя три года после начала своего доходного дела он женился на 14-летней 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 5 часов науке — 2 рано утром и 3 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 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 предстояло открыть, — Лавуазье не обнаружил ни одного. И дело тут, конечно, не в нехватке мензурок. В лаборатории Лавуазье — лучшей существовавшей частной лаборатории, пожалуй, даже излишне шикарной — их насчитывалось 13 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 уничтожить.[88] 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 поздно.[89]

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] вместе с другими 31 генеральным откупщиком предстал перед революционным трибуналом (в помещении суда возвышался бюст Марата). Восьмерых оправдали, а Лавуазье и других отправили прямиком на площадь Революции (ныне площадь Согласия), где французские гильотины работали особенно интенсивно. Лавуазье видел, как обезглавили его тестя, потом 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 1800-х годов в Англии появилась мода вдыхать закись азота, или веселящий газ, после того как обнаружили, что его употребление «сопровождается весьма приятным

возбуждением». На следующие полвека он станет излюбленным наркотиком молодежи. Одно ученое объединение — Аскезианское общество,[90] какое-то время увлекалось несколько другим. 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 восемнадцатом веке, зашла в тупик в первые десятилетия XIX, во многом подобно тому, как это случилось с геологией в первые годы XX. 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, просто как 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 19 лет он женился на богатой вдове, которая была на 14 лет старше его, но с началом революции в колониях он неблагоразумно встал на сторону лоялистов[91] и одно время шпионил на них. В роковой 1776 год, оказавшись перед угрозой ареста «за равнодушие к делу свободы», он 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 правительстве Баварии и произвел на власти такое впечатление, что в 1791 году его нарекли графом фон Румфорд ом Священной Римской империи. 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 краткого 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 веков. Одно время

это было практически единственное учреждение, активно развивавшее молодую науку химию, и это было почти полностью благодаря блестящему молодому ученому Гэмфри Дэви, который вскоре после принятия в общество был назначен в нем 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 алюминий*.

** (С названием алюминия случилась забавная история, причиной которой стали не характерные для Дэви колебания. Открыв элемент в 1808 году, он сначала назвал его алюмиум (alumium). 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 — калий, 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.)*

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 3–4 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 см, что действительно чрезвычайно мало. А во-вторых, около 50 лет об этом законе почти никто не знал*.

--

** (Этот закон значительно позже привел к принятию так называемого числа Авогадро в качестве основной единицы измерения в химии. Оно соответствует числу молекул в 2,016 грамма водорода или равного объема любого другого газа и составляет 6,0221367* 10^{23}-ужасно большое число. (Строго по современному определению, число Авогадро — это число атомов в 12 граммах изотопа углерода[12] С. В 2002 г. международный комитет CODATA рекомендовал использовать новое уточненное значение числа Авогадро 6,0221415x10^{23}. — Прим. ред.). 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.)

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 20 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_20_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^20. Позднее без особых причин стали употребляться подстрочные цифровые индексы: H_20.[92]

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. 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 14 детей, в других называется 17.[93] Во всяком случае, все сходятся на том, что Дмитрий был младшим. Но счастье не всегда светило Менделеевым. 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 35 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 семь,[94] 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 натолкнул 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 располагаются в возрастающем порядке по количеству протонов в ядрах, которое называется атомным номером.[95]

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 Болл,[96] 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 30 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 обнаружены.[97] 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.[98]

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

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 полураспада*, 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 млн лет, то есть намного старше возраста, который большинство людей было готово дать Земле.

--

** (Возможно, вы когда-нибудь задавались вопросом, как атомы определяют, каким 50 % 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 секунд, 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 30 лет.)*

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 работящей 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 собой разумеется, была — намного старше 24 млн лет, которые полагались ей согласно последним расчетам Кельвина.

Кельвин одарил лучезарной улыбкой почтительное изложение результата опытов Резерфорда, но, в сущности, и 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 Джоли до первой половины 1930 годов, то есть до самой смерти, усиленно настаивал, что возраст Земли не превышает 89 млн 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 радиации,[99] 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 Стразерн,[100] — 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 отель «Глен спрингс» в нью-йоркском районе Фингер Лейке (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 это 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 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 двадцатого века стало ясно, что у Земли, несомненно, весьма почтенный возраст, хотя исследователям потребовалось еще полвека, чтобы уверенно и точно сказать, насколько он почтенен. Тем временем наука вступала в свой новый век — атомный.

III
НА ЗАРЕ НОВОГО ВЕКА

Физик — это способ атомов думать об атомах.

Неизвестный автор

8
ВСЕЛЕННАЯ ЭЙНШТЕЙНА

По мере того, как девятнадцатый 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 физику, — 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 эрг.[101]

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 мы до сих пор склонны писать их с заглавной буквы:[102] 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, являвшиеся плодами 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 ученому*. 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.

--

* *(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.)*

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 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 Кроппер.[103] 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 назвали *«основами* термодинамики»,[104] 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 предметам*.

--

* *(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.)*

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, невесомой, 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 в XIX веке, 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. Томсон[105] 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 девятнадцатого 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 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.

10 лет спустя, уже будучи профессором в кливлендской Школе прикладных наук, Майкельсон заинтересовался возможностью измерить движение эфира — нечто вроде встречного ветра, который испытывают объекты, прокладывающие 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 С. Торн:[106] «Скорость света оказалась одинаковой во *всех* направлениях и во *все* времена года». Это был первый за двести лет — действительно ровно за 200 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 опыты Майкельсона — Морли неприятно, словно дурной запах, витали на задворках научной мысли.

Удивительно, что, несмотря на свои открытия, Майкельсон на заре двадцатого 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, подержать, 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.

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 *Аппакп 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 *Аппакп 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)*.

** (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 Энрсту Руске, изобретшему электронный микроскоп в 1932 году, а получившему Нобелевскую премию в 1986-м, почти через полстолетия. Поскольку Нобелевская премия не присуждается посмертно, важным условием ее получения наряду с изобретательностью является долголетие.)*

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 видел. Два года спустя они с Милевой поженились.[107] 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 выкладок,[108] не было и упоминаний о предшествующих или оказавших влияние работах и говорилось лишь о помощи одного человека — коллеги по патентному бюро Мишеля Бессо. Выходило, писал Ч. П. Сноу,[109] 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^1 (скорость света, умноженная сама на себя) — это на самом деле громадное число, формула показывает, что в любом материальном предмете связано чудовищное — действительно чудовищное — количество энергии*.

--

** (Как с стало символом скорости света — своего рода загадка, но вот Дэвид Бодание 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 с указывается множество значений — от углерода (carbon) до крикета (cricket), но нет никакого упоминания о символе света или скорости.)*

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 превысить. 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 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 Валери[110] 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.[111] «Как порождение одного ума, — писали они, — это, несомненно, высшее интеллектуальное достижение человечества». 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 свободно.[112] 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».[113] 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 «Нью-Йорк таймс», решившей дать материал о теории относительности. Как пишет об этом Дэвид Бодание[114] 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 Бертрана Расселла. Рассел приводит в книге образ, к которому с тех пор прибегали множество раз. Он просит читателя представить себе поезд длиною 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 него 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 сплющенными 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 км/ч, по пути к базе увеличивает свою массу на 0,000000000002 грамма.[115] Так что эффекты теории относительности реальны и были измерены. 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 пространства.[116] Мы изначально рассматриваем время как бесконечное, абсолютное, неизменное; мы привыкли, что его неуклонный ход ничем не может быть нарушен. Наделе же, согласно Эйнштейну, время постоянно меняется. Оно даже имеет форму. По выражению Стивена Хокинга,[117] 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 Мишио Каку[118] 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 способен лишь на нее, ибо практически невозможно представить структуру, состоящую натри 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».[119]

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 нас.[120] 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 машины*.

--

** (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).)*

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 слыхал 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 сильный, 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 нокдаунами 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 слыхал ни одного боевого выстрела.)

В 1919 году, уже в тридцать лет, он переехал в Калифорнию и получил должность в обсерватории Маунт Вильсон 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 млрд галактик.[121] Это огромное число, намного больше, чем можно себе представить. Если бы галактики были мороженым горохом, то такого количества было бы достаточно, чтобы заполнить им большой концертный зал, скажем, Бостон Гарден или Ройял 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 отдаленных 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).

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 вычислителем.[122] 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 день.[123] 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 быть 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. Пикеринг,[124] 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 M31, — 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 нас.[125] Вселенная оказалась обширнее — куда как обширнее, чем кто бы то ни было мог предположить. В 1924 году Хаббл опубликовал свою 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.

Одного этого открытия было бы достаточно, чтобы прославиться как ученому, но Хаббл теперь решил определить, сколь велика Вселенная, и сделал еще более поразительное открытие. Он стал производить измерения спектров отдаленных галактик, продолжая дело, начатое в Аризоне Слайфером. Пользуясь новым 100-дюймовым телескопом Хукера в обсерватории Маунт Вильсон, он при помощи остроумных умозаключений определил к началу 1930-х годов, что все галактики на небе (за исключением нашего местного скопления) двигаются прочь от нас. Более того, их скорости почти в точности пропорциональны расстояниям: чем дальше галактика, тем быстрее она движется.

Это было поистине потрясающе. Вселенная расширялась стремительно и равномерно во всех направлениях. Не надо обладать богатым воображением, чтобы произвести отсчет в обратную сторону и понять, что все это началось с какой-то центральной точки. Оказалось, что Вселенная далеко не была постоянной, неподвижной, бесконечной пустотой, какой все ее представляли, она оказалась миром, имеющим начало. А значит, у нее может быть и конец.

Удивительно, как отметил Стивен Хокинг, что мысль о расширяющейся Вселенной раньше

никому не приходила в голову. [126] Статичная Вселенная, как должно было быть очевидно еще Ньютону и любому думающему астроному после него, просто рухнула бы внутрь самой себя под действием взаимного притяжения всех объектов. Кроме того, существовала еще одна проблема: если бы звезды бесконечно горели в статичной Вселенной, то в ней стало бы невыносимо жарко — слишком жарко для подобных нам существ. Идея расширяющейся Вселенной одним махом решала большинство из этих проблем.

Хаббл был куда лучшим наблюдателем, нежели мыслителем, и не сразу полностью оценил значение своих открытий. Отчасти потому, что был совершенно не в курсе общей теории относительности Эйнштейна. Это довольно удивительно, потому что к тому времени Эйнштейн и его теория пользовались всемирной славой. Кроме того, в 1929 году Майкельсон — тогда уже в преклонных годах, но все еще обладавший живым умом и пользовавшийся уважением как ученый, — занял должность в Маунт Вильсон, чтобы заняться измерением скорости света при помощи своего надежного интерферометра, и наверняка должен был хотя бы упомянуть Хабблу о применимости теории Эйнштейна к его открытиям.

Во всяком случае, Хаббл упустил шанс сделать из своего открытия теоретические выводы. Этот шанс (вместе с докторской степенью в Массачусетском технологическом институте) выпал бельгийскому ученому и священнику Жоржу Леметру. Леметр объединил две части своей собственной «теории фейерверков», которая предполагала, что Вселенная началась с геометрической точки, «первичного атома», который разорвался на части и с тех пор продолжает разлетаться. Эта идея очень близко предвосхищала современную идею Большого Взрыва, но настолько опережала свое время, что Леметру редко уделяют больше пары фраз, которые мы посвятили ему здесь. Миру потребуется не одно десятилетие вкупе с нечаянным открытием фонового космического излучения Пензиасом и Вильсоном с их шипящей антенной в Нью-Джерси, прежде чем Большой Взрыв из интересной идеи превратится в упрочившуюся теорию.

Ни Хаббл, ни Эйнштейн не принимали участия в этой большой истории. Но, хотя в то время никто бы этого не предположил, оба они сыграли в ней такую значительную роль, на какую только могли надеяться.

В 1936 году Хаббл написал популярную книгу «Царство туманностей», в которой с похвалой описывал свои собственные замечательные достижения. Здесь он наконец показал, что ознакомился с теорией Эйнштейна — во всяком случае, до известной степени: он посвятил ей четыре страницы из двухсот.

Хаббл умер от сердечного приступа в 1953 году. Его ожидало одно последнее, несколько странное обстоятельство. По какой-то загадочной причине его жена отказалась от похорон и никогда не говорила, что она сделала с телом. Полстолетия спустя местонахождение останков величайшего астронома двадцатого века остается неизвестным. Что же касается памятника, то надо взглянуть на небо, где находится космический телескоп, запущенный в 1990 году и названный его именем.

9
МОГУЩЕСТВЕННЫЙ АТОМ

В то время как Эйнштейн и Хаббл успешно препарировали крупномасштабную структуру Вселенной, другие ученые бились над постижением того, что находится рядом, под самым носом, но в своем роде также далеко: крошечного, неимоверно загадочного атома.

Выдающийся физик из Калифорнийского технологического института Ричард Фейнман однажды заметил, что, если свести историю науки к одному важному утверждению, оно прозвучит так: «Все вещи созданы из атомов». Атомы повсюду и составляют все сущее. Оглянитесь вокруг себя. Все это атомы. Не только твердые предметы вроде стен, столов или диванов, но и воздух между ними. И их число поистине непостижимо.

Основной рабочей конфигурацией атомов является молекула (от латинского «малая масса»). Молекула — это просто два атома или больше, действующие совместно в более или менее устойчивом сочетании: добавьте два атома водорода к одному атому кислорода и получите молекулу воды. Химики склонны мыслить категориями молекул, нежели элементарных частиц. Так же как писатели мыслят словами, а не буквами, химики подсчитывают молекулы. Ате весьма многочисленны, если не сказать больше. На уровне моря при нуле градусов по Цельсию один кубический сантиметр воздуха (примерно с кубик сахара) будет содержать 25 миллиардов миллиардов молекул.

Столько же их в каждом кубическом сантиметре, которые вы видите вокруг себя. Представьте, сколько кубических сантиметров в мире за вашим окном — сколько нужно кубиков сахара, чтобы они заполнили все видимое вами пространство. Теперь представьте, сколько их надо, чтобы создать Вселенную.[127] Короче говоря, атомов великое множество.

Вдобавок к этому они еще и фантастически долговечны. В силу своей живучести атомы действительно повидали свет. Каждый атом вашего тела почти наверняка побывал в составе нескольких звезд и был частью миллионов живых организмов. В нас такое обилие атомов, и мы подвергаемся такой решительной переработке после смерти, что значительное число наших атомов — предположительно, до миллиарда в каждом из нас — когда-то могли принадлежать Шекспиру. По миллиарду каждому досталось от Будды, Чингис-хана, Бетховена и любой другой исторической личности, какая бы ни пришла на ум. (Личности, очевидно, должны быть историческими, поскольку для основательного перераспределения атомам требуется несколько десятков лет; и как бы вам этого ни хотелось, вы вряд ли носите в себе атомы Элвиса Пресли.)

Так что все мы являемся перевоплощениями — правда, недолговечными. Когда мы умрем, наши атомы разберутся и разойдутся искать новое применение где-нибудь в другом месте — станут частью древесного листа, или другого человеческого существа, или капли росы. Сами атомы, однако, живут практически вечно. Никто, по сути, не знает, сколько может просуществовать атом, но, согласно Мартину Рису, вероятно, около 10^{35} лет — число настолько большое, что даже я рад изобразить его в математической нотации.

И, наконец, атомы еще и очень малы, то есть они действительно совсем крошечные. Полмиллиона их, выстроившись плечом к плечу, могли бы спрятаться позади человеческого волоса. При таких размерах отдельный атом, по существу, невозможно представить, но мы, конечно, попытаемся это сделать.

Начнем с миллиметра, линии вот такой длины «-». Теперь вообразите, что эта линия разделена на тысячу частей. Каждая из них — это микрон. Это масштаб микроорганизмов. Обычная парамеция (туфелька) — крошечное одноклеточное пресноводное живое существо —

имеет толщину 2 микрона, или 0,002 миллиметра, — это очень мало.[128] Если бы вы захотели увидеть туфельку невооруженным глазом в капле воды, вам пришлось бы увеличить каплю до диаметра примерно 12 метров. Ну а для того, чтобы увидеть в этой же капле атомы, ее пришлось бы увеличить до 24 *километров*.

Другими словами, атомы существуют в микроскопических масштабах совершенно другого порядка. Чтобы приблизиться к размерам атомов, нужно каждый микронный кусочек нарезать на десять тысяч еще более тонких ломтиков. Вот это и будет масштаб атома: одна десятимиллионная миллиметра. Эта мера тонкости даже отдаленно недоступна нашему воображению, но можно получить о ней какое-то представление, если учесть, что атом в сравнении с изображенной выше миллиметровой черточкой — это все равно что толщина бумажного листа в сравнении с высотой небоскреба Эмпайр Стейт билдинг.

Разумеется, именно изобилие и поразительная живучесть атомов делают их такими полезными, а из-за малых размеров их так трудно обнаружить и осмыслить. Понимание того, что атомы малы, многочисленны и практически неразрушимы, а также, что все вещи состоят из них, впервые пришло в голову не Антуану-Лорану Лавуазье, как можно было ожидать, и даже не Генри Кавендишу или Хамфри Дэви, а, скорее, скромному, поверхностно образованному английскому квакеру по имени Джон Дальтон, с которым мы впервые встретились в главе 7.[129]

Дальтон родился в 1766 году на границе Озерного края, близ Кокермауса, в бедной семье ткачей, набожных квакеров. (Четыре года спустя в Кокермаусе также появится на свет поэт Уильям Вордсворт.) Он был на редкость способным учеником — до того способным, что в невероятно юные годы, в двенадцать лет, его поставили во главе местной квакерской школы. Возможно, это больше говорит о самой школе, нежели о раннем развитии Дальтона, но может быть, и нет. Из его дневников мы знаем, что примерно в этом возрасте он читал «Начала» Ньютона в оригинале, на латыни, а также другие столь же сложные труды. В пятнадцать лет, все еще продолжая возглавлять школу, он нашел работу в ближайшем городке Кендале, а через десять лет переехал в Манчестер, откуда почти не уезжал остальные пятьдесят лет своей жизни. В Манчестере его в интеллектуальном отношении словно прорвало — он стал выдавать книги и статьи по широкому кругу предметов, от метеорологии до грамматики. Благодаря его исследованиям цветовая слепота, которой он страдал, долгое время называлась дальтонизмом. Но научную славу ему принесла опубликованная в 1808 году пухлая книга, озаглавленная «Новая система химической философии».

В ней, в краткой главе всего на пять страниц (из почти девятисотстраничной книги), ученые впервые встретились с атомами, которые чем-то напоминали наше современное представление о них. Дальтон просто предположил, что основу всего сущего составляют чрезвычайно малые простейшие частицы вещества. «Создать или уничтожить частицу водорода — все равно что пытаться внести в Солнечную систему новую планету или уничтожить уже существующую», — писал он.

Ни идея атома, ни сам термин не были, строго говоря, чем-то новым. И то и другое придумали еще древние греки. Вклад Дальтона состоял в определении относительных размеров и свойств этих атомов и их сочетаний. Он, например, знал, что легчайшим элементом был водород, и принял его атомный вес за единицу. Считая также, что вода состоит из семи частей кислорода и одной части водорода, он определил атомный вес кислорода как 7. Таким путем он смог определить относительные атомные веса известных элементов. Он не всегда был очень точен — атомный вес кислорода на самом деле равен 16, а не 7, — но сам принцип был понят правильно и послужил основой всей современной химии и значительной части других современных наук.

Этот труд сделал Дальтона знаменитым — правда, в скромном, присущем английским

квакерам духе. В 1826 году французский химик П. Ж. Пеллетье совершил поездку в Манчестер, чтобы встретиться с героем, изобретшим атом. Пеллетье ожидал найти его в каком-нибудь важном учреждении и был поражен, обнаружив, что тот учит арифметике ребятишек в маленькой школе где-то на задворках. По словам историка науки Э. Дж. Холмъярда, Пеллетье, увидев великого ученого, заикаясь от смущения, пробормотал: «Est-ce que j'ai Phonneur de m'addresser a Monsieur Dalton?»* (* *Имею ли я честь обратиться к месье Дальтону? (фр.))* — ибо едва мог поверить, что стоящий перед ним прославленный на всю Европу химик учит мальчишку четырем правилам арифметики. «Да, — будничным тоном ответил квакер. — Присядьте, пожалуйста, пока я растолкую этому пареньку задачку».

Хотя Дальтон старался избегать всяческих почестей, он вопреки своему желанию был избран в Королевское общество, осыпан наградами и получил щедрую государственную пенсию. Когда в 1844 году он скончался, за гробом шли сорок тысяч людей, и похоронная процессия растянулась на две мили. Статья о нем в «Национальном биографическом словаре» — одна из самых больших и среди биографий ученых девятнадцатого века уступает по объему только статьям о Дарвине и Лайеле.

На протяжении сотни лет после того, как Дальтон изложил свои идеи, они оставались чисто гипотетическими, а некоторые видные ученые — в частности, венский физик Мах,[130] именем которого названа скорость звука, — вообще сомневался в существовании атомов. «Атомы нельзя воспринять ощущениями… они — принадлежность мысли», — писал он. Скептицизм в отношении существования атомов был настолько силен, особенно в немецкоязычном мире, что, как говорили, сыграл определенную роль в самоубийстве в 1906 году видного физика-теоретика и горячего приверженца атомов Людвига Больцмана.[131]

Первые неопровержимые доказательства существования атомов дал Эйнштейн в своей работе 1905 года о броуновском движении. Но она привлекла мало внимания, к тому же сам Эйнштейн был вскоре поглощен разработкой общей теории относительности. Так что первым героем «атомного века», если не главным его действующим лицом, стал Эрнест Резерфорд.

Резерфорд родился в 1871 году в новозеландской «глубинке». Его родители, эмигрировавшие из Шотландии, выращивали, перефразируя Стивена Вайнберга, «немного льна и уйму детей». Подрастая в глухом уголке далекой страны, Эрнест, как и следовало ожидать, был далек от большой науки. Но в 1895 году он получил стипендию, благодаря которой попал в Кавендишскую лабораторию Кембриджского университета, ту самую, которая вскоре станет самой «горячей» точкой мировой физической науки.

Физики славятся пренебрежительным отношением к ученым других направлений. Великий австрийский физик Вольфганг Паули, узнав, что жена ушла от него к химику, был потрясен. «Я бы еще понял, если бы она вышла за тореадора, — удивленно заметил он приятелю. — Но за *химика…»*

Резерфорд, видимо, разделял эти чувства. «Вся наука делится на физику и коллекционирование марок», — заметил он однажды. С тех пор это высказывание повторялось множество раз. Поэтому присуждение ему в 1908 году Нобелевской премии в области химии, а не физики, может вызвать, как минимум, улыбку.

Резерфорду повезло — повезло, что он был гением, а еще больше, что жил в то время, когда физика и химия были такими увлекательными и так хорошо сочетались (несмотря на его собственные сантименты). Никогда больше они не будут так удачно выступать единым фронтом.

При всех своих успехах Резерфорд не обладал особо блестящим интеллектом, а с математикой у него был просто кошмар. Часто во время лекций он безнадежно путался в собственных уравнениях, так что бросал все на полпути и предлагал студентам закончить самим.

По словам его давнего коллеги Джеймса Чэдвика, открывшего нейтрон, Резерфород не был особенно силен и как экспериментатор. Он просто брал упорством и широтой кругозора. Блеск ума ему заменяли проницательность и своего рода дерзость. Его ум, по словам одного из биографов, «постоянно стремился к переднему краю, каким он ему представлялся, а видел он куда дальше других». Сталкиваясь с неподатливой проблемой, он был готов работать упорнее и дольше большинства и был более восприимчив к неортодоксальным объяснениям. Его самое большое открытие пришло к нему, потому что он был готов утомительно долго просиживать у экрана, подсчитывая сцинтилляции альфа-частиц — труд, который обычно сваливали на кого-нибудь другого. Он одним из первых — возможно, самым первым — разглядел, что заключенная в атоме энергия, если ее направить по определенному руслу, может привести к созданию бомбы, достаточно мощной, чтобы «сей старый мир исчез в дыму».

Он был огромного роста и обладал зычным голосом, который пугал особо робких. Однажды, услыхав, что Резерфорд собирается выступить в радиопередаче, которая должна была транслироваться через Атлантику, один из его коллег сухо спросил: «А зачем ему радио?» Резерфорд также обладал колоссальной, правда, добродушной, самоуверенностью. Когда кто-то заметил, что он всегда оказывается на гребне волны, Резерфорд ответил: «Но волну-то в конечном счете поднимаю я, не так ли?» Ч. П. Сноу вспоминал, что как-то у портного в Кембридже он нечаянно услышал реплику Резерфорда: «Каждый день я прибавляю в весе. И в уме».

Но вес и слава в 1895 году, когда он появился в Кавендишской лаборатории*, были еще далеко впереди.

--

** (Название происходит от тех же Кавендишей, которые дали науке Генри Кавендиша. На сей раз это был Уильям Кавендиш, седьмой герцог Девонширский, способный математик и стальной магнат викторианской Англии. В 1870 году он пожертвовал университету 6300 фунтов стерлингов на создание экспериментальной лаборатории.)*

То был особенно богатый научными событиями период. В год приезда Резерфорда в Кембридж в Германии, в Вюрцбургском университете Вильгельм Рентген открыл рентгеновские лучи; в следующем году Анри Беккерель открыл радиоактивность. А для самой Кавендишской лаборатории наступало время величия. В 1897 году Дж. Дж. Томсон с коллегами откроют там электрон, в 1911 году Ч. Т. Р. Вильсон изобретет первый детектор заряженных частиц (об этом ниже), а в 1932 году Джеймс Чэдвик все там же откроет нейтрон. Еще позднее, в 1953 году, Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик создадут в Кавендишской лаборатории структурную модель молекулы ДНК.

Сначала Резерфорд работал с радиоволнами, и небезуспешно — ему удалось передать четкий сигнал на расстояние более мили; очень неплохое достижение для того времени, но он оставил эту тему, когда один из старших коллег убедил его, что у радио нет большого будущего. Да и вообще Резерфорд не очень преуспевал в Кавендишской лаборатории и через три года, не видя перспектив, занял должность в Макгилльском университете в Монреале, откуда началось его долгое и неуклонное восхождение к вершинам славы. К моменту получения Нобелевской премии (согласно официальной формулировке, за «исследования в области расщепления элементов и химии радиоактивных веществ») он уже работал в Манчестерском университете и, фактически, там и проделал самые важные работы по определению строения и природы атома.

К началу XX века было уже известно, что атомы состоят из частей, — это было установлено в результате открытия Томсоном электрона. Но тогда еще не знали, из какого количества частей состоит атом, как они крепятся друг к другу и какую форму принимают. Некоторые физики

думали, что атомы имеют форму куба, потому что куб можно сложить таким образом, чтобы не оставалось пустого пространства. Правда, более общепринятым было представление об атоме, похожем на булочку с изюмом: что это плотный, положительно заряженный предмет, напичканный, как изюмом, отрицательно заряженными электронами.

В 1910 году Резерфорд (при участии своего студента Ханса Гейгера, который позднее изобрел детектор радиоактивности, носящий его имя) обстрелял листок золотой фольги ионизированными атомами гелия, иначе альфа-частицами*.

--

** (Гейгер позднее станет убежденным нацистом, без колебаний выдававшим коллег-евреев, включая многих, прежде оказывавших ему помощь.)*

К удивлению Резерфорда, некоторые частицы отскакивали назад. Словно, по его словам, он выстрелил 15-дюймовым снарядом в лист бумаги, а снаряд отскочил ему на колени. Возможность такого явления было невозможно предположить. После долгих размышлений он нашел единственно возможное объяснение: частицы отскакивали, сталкиваясь с чем-то очень малым и плотным в сердцевине атома, тогда как другие частицы беспрепятственно пролетали сквозь лист. Атом, догадался Резерфорд, это в основном пустое пространство с очень плотным ядром в центре. Это было весьма обнадеживающее открытие, но оно сразу ставило одну проблему. По всем законам традиционной физики атомы в таком случае не должны были существовать.

Прервемся на минутку и рассмотрим строение атома, как оно представляется теперь. Каждый атом состоит из трех видов элементарных частиц: протонов, несущих положительный электрический заряд, отрицательно заряженных электронов и нейтронов, которые не несут никакого заряда. Протоны и нейтроны плотно упакованы в ядро, а электроны обращаются вокруг него. Химическую индивидуальность дает атомам количество протонов. Атом с одним протоном — это атом водорода, с двумя — атом гелия, с тремя — лития и так далее по таблице. Добавляя протон, вы каждый раз получаете новый элемент. (Ввиду того, что число протонов в атоме всегда уравновешивается равным числом электронов, иногда можно прочесть, что элемент определяется количеством электронов, что, в сущности, одно и то же. Как мне объяснили, протоны придают атому индивидуальность, а электроны определяют его личность.)

Нейтроны не влияют на идентичность атома, но увеличивают его массу. Число нейтронов обычно примерно такое же, как и протонов, хотя может несколько отличаться в ту или иную сторону. Добавьте или убавьте нейтрон-другой, и вы получите изотоп. Обозначения, которые вы встречаете в связи с датированием пород в археологии, относятся к изотопам, например, термин «углерод-14» означает атом углерода с 6 протонами и 8 нейтронами (в сумме получается 14).

Нейтроны и протоны занимают ядро атома. Оно совсем крошечное — всего одна миллионная миллиардной части полного объема атома, — но фантастически плотное, поскольку содержит практически всю массу атома. Как писал Кроппер, если атом увеличить до размеров собора, ядро будет всего лишь размером с муху, но эта муха будет во много тысяч раз тяжелее собора. Именно эта обширность, эта невообразимая, потрясающая вместительность атома заставили Резерфорда в 1910 году чесать в затылке.

По сей день у многих вызывает удивление мысль о том, что атомы в основном представляют собой пустое пространство, и твердость окружающих нас тел — не более чем иллюзия. Когда в реальном мире друг с другом сближаются два тела — чаще всего в качестве иллюстрации берут биллиардные шары, — они на самом деле не ударяются друг о друга. «Правильнее сказать, — поясняет Тимоти Феррис,[132] — что отрицательные заряды обоих шаров взаимно отталкиваются… Не будь у них электрических зарядов, они могли бы, подобно галактикам,

беспрепятственно пройти сквозь друг друга». Сидя на стуле, вы на самом деле не сидите на нем, а висите над ним на высоте одного ангстрема (стомиллионная доля сантиметра), ваши электроны и электроны стула отчаянно противятся любой более тесной близости.

Рисунок атома, как его представляют почти все, состоит из одного-двух электронов, которые обращаются вокруг ядра, наподобие планет, вращающихся вокруг Солнца. Это изображение было создано в 1904 году японским физиком Хантаро Нагаока на основе не более чем догадки. Оно абсолютно неверно, но все равно надолго сохранилось. Как не раз отмечал Айзек Азимов,[133] оно вдохновляло поколения писателей-фантастов на создание произведений о мирах внутри миров, в которых атомы становятся маленькими обитаемыми солнечными системами или наша Солнечная система оказывается всего лишь пылинкой в значительно более крупной системе. Даже сегодня Европейский центр ядерных исследований (ЦЕРН) использует созданное Нагаокой изображение в качестве эмблемы своего сайта в Интернете.[134] На самом деле, как вскоре поняли физики, электроны совсем не похожи на вращающиеся по орбитам планеты, а больше напоминают лопасти крутящегося вентилятора, умудряясь одновременно заполнять каждый кусочек пространства на своих орбитах (с одной существенной разницей, что если лопасти вентилятора только *кажутся* находящимися одновременно везде, электроны *действительно* находятся сразу всюду).

Стоит ли говорить, что очень немногое из этого было понятно в 1910 году или даже годы спустя. Открытие Резерфорда поставило рад крупных неотложных проблем. Не последняя среди них состояла в том, что электроны не могут обращаться вокруг ядра, не падая на него. По законам традиционной электродинамики электрон при вращении должен очень быстро — практически мгновенно — израсходовать свою энергию и по спирали упасть на ядро с гибельными последствиями для них обоих. Была также проблема: каким образом протоны с их положительными зарядами могут быть связаны друг с другом внутри ядра, не разорвав на куски самих себя и весь атом. Становилось ясно, что все происходящее там, в мире очень малого, не подчиняется законам макромира, которые мы берем за основу.

По мере того как физики углублялись в субатомное царство, они начинали понимать, что его реальность не только отличается от всего, что нам известно, но и от всего, что вообще можно себе представить. «Поскольку поведение атома столь сильно отличается от нашего повседневного опыта, — заметил однажды Ричард Фейнман, — очень трудно к этому привыкнуть, и оно представляется необычным и загадочным каждому в равной мере, как начинающему, так и опытному физику». Когда Фейнман высказывался по этому поводу, у физиков уже было полвека, чтобы приспособиться к странностям поведения атомов. Представьте, что должен был испытывать Резерфорд и его коллеги в начале 1910-х годов, когда все это было совершенно новым и неизведанным.

Одним из сотрудников Резерфорда был мягкий обходительный датчанин Нильс Бор. В 1913 году Бору, бившемуся над строением атома, пришла в голову идея, настолько взволновавшая его, что он отложил медовый месяц и сел за написание статьи, которая стала поворотным пунктом в науке.

Поскольку физики не могли видеть столь малые объекты, как атомы, им приходилось делать выводы об их строении, наблюдая, как они реагируют на различные воздействия. Так, например, Резерфорд обстреливал фольгу альфа-частицами. Неудивительно, что иногда результаты таких экспериментов вызывали новые вопросы. Одной из загадок долгое время были особенности спектра водорода. Вид этого спектра говорил о том, что атомы водорода излучают энергию на определенных длинах волн и не проявляются на других. Будто кто-то находящийся под наблюдением обнаруживается то в одном, то в другом месте, но ни разу не был замечен в движении между ними. Никто не мог понять, почему так происходит.

Ломая голову над этой проблемой, Бор неожиданно наткнулся на решение и поспешил изложить его в своей знаменитой статье, озаглавленной «О строении атомов и молекул». В ней объяснялось, как электроны могут удержаться от падения на ядро: для этого выдвигалось предположение, что они могут занимать только отдельные, строго определенные орбиты. Согласно этой новой теории электрон перемещается с орбиты на орбиту, исчезая на одной и мгновенно возникая на другой, *не появляясь в пространстве между ними.* Эта идея — знаменитый «квантовый скачок» — конечно, была чрезвычайно странной, но она была слишком красивой, чтобы оказаться ошибочной. «Квантовый скачок» не только удерживал электроны от катастрофического спирального падения на ядро, но также объяснял странности с длинами волн в спектре водорода. Электроны появлялись только на определенных орбитах, потому что только на них могли существовать. Это была блестящая проницательная догадка, и она принесла Бору Нобелевскую премию в 1922 году, через год после Эйнштейна.

Тем временем неутомимый Резерфорд, вернувшись в Кембридж и сменив Дж. Дж. Томсона на посту руководителя Кавендишской лаборатории, предложил модель, объяснявшую, почему не взрываются ядра. Он понял, что положительные заряды протонов должны компенсироваться какими-то нейтрализующими частицами, которые он назвал нейтронами. Идея была простой и привлекательной, но труднодоказуемой. Коллега Резерфорда Джеймс Чэдвик целых одиннадцать лет усиленно охотился за нейтронами, пока наконец в 1932 году не добился успеха. Он тоже получил Нобелевскую премию — в 1935 году. Как отмечают Бурс с соавторами[135] в своей истории данного вопроса, задержка с открытием, возможно, оказалась к лучшему, поскольку овладение нейтроном имело существенное значение для разработки атомной бомбы. (Ввиду того, что нейтроны не несут никакого заряда, они не отторгаются электрическими полями в сердцевине атома и тем самым могут, подобно крошечным торпедам, выстреливаться в атомное ядро, давая начало разрушительному процессу, известному как деление.) Случись, что нейтрон был бы выделен в 1920-х годах, замечают они, «весьма вероятно, что атомная бомба была бы впервые разработана в Европе и, несомненно, немцами».

Как бы то ни было, европейцы изо всех сил старались понять странное поведение электрона. Главная проблема, с которой они сталкивались, заключалась в том, что электрон вел себя то как частица, то как волна. Эта невероятная двойственность доводила физиков почти до помешательства. Все следующее десятилетие ученые по всей Европе лихорадочно выдвигали конкурирующие гипотезы. Во Франции принц Луи-Виктор де Бройль, потомок герцогского рода, пришел к заключению, что отдельные аномалии в поведении электронов исчезают, если рассматривать их как волны. Это наблюдение вызвало живой интерес австрийца Эрвина Шредингера, который весьма изощренным способом построил удобную для использования систему, названную волновой механикой. Почти одновременно немецкий физик Вернер Гейзенберг выступил с конкурирующей теорией, названной матричной механикой. Она была до того сложна математически, что вряд ли кто-нибудь в полной мере понимал ее, включая самого Гейзенберга. («Я даже не знаю, что такое матрица», — однажды в отчаянии признался он приятелю.) Но похоже, что он справился с некоторыми проблемами, которые не удалось разрешить Шредингеру.

В результате у физиков появились две теории, основанные на противоречащих друг другу посылках, но дающие одинаковые результаты. Это была неприемлемая ситуация.

Наконец, в 1926 году Гейзенберг нашел знаменитый компромисс, создав новую дисциплину, которая получила известность под названием квантовой механики.[136] В ее основе лежал сформулированный Гейзенбергом принцип неопределенности, устанавливающий, что электрон является частицей, но такой, что ее можно описывать в терминах волн.

Неопределенность, на которой построена эта теория, состоит в том, что мы можем знать, как движется электрон в пространстве, или знать, где он находится в данный момент, но не можем знать то и другое вместе. Любая попытка определить одно неминуемо нарушает определение другого. Это не вопрос применения более точной аппаратуры, а неотъемлемое свойство Вселенной.

На практике это означает, что нельзя предсказать, где будет находиться электрон в каждый конкретный момент. Можно только рассчитать вероятность его нахождения там. В известном смысле, как это выразил Деннис Овербай, электрон не существует, пока его не замечают. Или чуть иначе: пока его не замечают, следует считать, что электрон находится «одновременно везде и нигде».

Если вас это смущает, можете найти утешение в том, что это смущало и многих физиков. Овербай пишет: «Бор однажды заметил, что тот, кто, впервые услышав о квантовой теории, не возмутился, просто не понял, о чем шла речь». Когда Гейзенберга спросили, как можно представить себе атом, он ответил: «Не пытайтесь».

Так что атом оказался совсем не похожим на то, каким его представляло большинство. Электрон не летает вокруг ядра, как планета вокруг Солнца, а, скорее, имеет бесформенные очертания наподобие облака. «Скорлупа» атома представляет собой не какую-то твердую блестящую оболочку, как порой подталкивают думать некоторые иллюстрации, а просто наиболее удаленные от центра края этих неясно очерченных электронных облаков. Само облако — это, по существу, всего лишь зона статистической вероятности, обозначающая пространство, за пределы которого электрон очень редко выходит. Так что атом, если бы его можно было увидеть, скорее похож на очень нечетко очерченный теннисный мяч, чем на жесткий металлический шар (впрочем, он не очень похож ни на то, ни на другое, и вообще не похож ни на что из когда-либо виденного вами; все-таки мы имеем дело с миром, очень сильно отличающимся от того, что мы наблюдаем вокруг себя).

Казалось, удивительному нет конца. Как выразился Джеймс Трефил,[137] ученые впервые столкнулись с «областью Вселенной, которую наши мозги просто не приспособлены понимать». Или, как сказал Фейнман, «в поведении малых тел нет *ничего* общего с поведением больших». Копнув глубже, физики поняли, что открыли мир, в котором не только электроны могут перескакивать с орбиты на орбиту, не перемещаясь через разделяющее их пространство, но также материя может возникать из ничего «при условии, — по словам Алана Лайтмана[138] из Массачусетского технологического института, — что она достаточно быстро исчезает».

Возможно, самой захватывающей из квантовых невероятностей является идея, вытекающая из сформулированного в 1925 году Вольфгангом Паули принципа запрета, согласно которому в определенных парах субатомных частиц, даже разделенных значительными расстояниями, каждая моментально «узнает», что делает другая. Частицы обладают свойством, известным как спин.[139] И, согласно квантовой теории, в тот момент, как вы устанавливаете спин одной частицы, ее родственная частица, независимо от того, как далеко она находится, моментально начинает крутиться с той же скоростью в противоположном направлении.

Это похоже на то, пользуясь сравнением научного писателя Лоуренса Джозефа,[140] как если бы у вас было два одинаковых бильярдных шара, один в Огайо, другой на Фиджи, и в тот момент, когда вы закрутите один шар, второй тотчас же крутится в противоположном направлении с точно такой же скоростью. Удивительно, что это явление подтвердилось в 1997 году когда физики Женевского университета разнесли фотоны на расстояние семи миль и продемонстрировали, что вмешательство в движение одного вызвало мгновенную реакцию другого.[141]

Дошло до того, что на одной из конференций Бор по поводу одной из теорий бросил замечание, что вопрос не в том, безумна ли она, а в том, достаточно ли она безумна. Чтобы проиллюстрировать непостижимую природу квантового мира, Шредингер предложил знаменитый мысленный эксперимент, в котором гипотетического кота помещают в ящик с одним атомом радиоактивного вещества, прикрепленным к пробирке с синильной кислотой. Если в течение часа частица распадется, она запустит механизм, который разобьет пробирку и отравит кота. Если нет, кот останется жив. Но мы не сможем узнать, что произошло на самом деле, так что с научной точки зрения нет другого выбора, как считать, что кот одновременно на 100 процентов жив и на 100 процентов мертв. Это означает, как с понятным раздражением заметил Стивен Хокинг, что никто не может «точно предсказать дальнейшие события, если не может даже точно определить нынешнее состояние Вселенной!».

Из-за этих странностей многие физики недолюбливали квантовую теорию или, по крайней мере, отдельные ее аспекты, и больше всех Эйнштейн. Это было более чем странно, поскольку именно он в своем *annusmirabilis*[142] 1905 года так убедительно показал, что фотоны могут вести себя то как элементарные частицы, то как волны — представление, лежащее в самой основе новой физики. «Кванговая теория весьма достойна уважения», — тактично отмечал он, но на самом деле не питал к ней любви. «Господь не играет в кости», — говаривал он*.

--

** (Во всяком случае, данную мысль обычно передают именно этими словами. Подлинная же цитата звучит следующим образом: «В карты Всевышнего заглянуть трудно. Но в то, что Он играет в кости и прибегает к «телепатии»… я ни на миг не поверю».)*

Эйнштейн не мог смириться с мыслью, что Бог мог создать Вселенную, в которой некоторые вещи были бы абсолютно непознаваемы. Кроме того, мысль о воздействии на расстоянии — что одна элементарная частица могла моментально повлиять на другую за триллион миль от нее — была полным попранием специальной теории относительности. Ничто не могло превзойти скорость света, и тем не менее находились физики, настаивавшие на том, что на субатомном уровне информация каким-то образом могла обгонять свет. (Между прочим, никто так и не объяснил, каким образом элементарным частицам удается такое достижение. По словам физика Якира Ааронова,[143] ученые решили эту проблему, «просто перестав о ней думать».[144])

Вдобавок ко всему сказанному, квантовая физика породила невиданный до тех пор уровень беспорядка. Для объяснения свойств Вселенной вдруг потребовалось два набора законов — квантовая теория для мира очень малых величин и теория относительности для Вселенной больших расстояний. Гравитация из теории относительности блестяще объясняла, почему планеты обращаются по орбитам вокруг звезд и почему галактики имеют тенденцию к скучиванию, но оказалось, что она не имеет никакого влияния на уровне элементарных частиц. Для объяснения того, что же связывает атом воедино, требовалась некая иная сила, и в 1930-х годах были обнаружены сразу две таких: сильное ядерное взаимодействие и слабое ядерное взаимодействие. Сильное взаимодействие скрепляет атомы воедино; это оно дает возможность протонам удерживаться вместе в ядре. Слабое взаимодействие отвечает за более разнообразный круг задач, главным образом относящихся к управлению скоростью определенных видов радиоактивного распада.

Слабое ядерное взаимодействие, несмотря на свое название, в десять миллиардов миллиардов миллиардов раз сильнее тяготения,[145] а сильное взаимодействие еще мощнее, причем намного. Но их влияние ограничивается крайне малыми расстояниями. Сильное

взаимодействие распространяется всего на стотысячную часть диаметра атома. Вот почему ядра атомов такие компактные и плотные, а элементы с большими переполненными ядрами такие нестойкие: сильное взаимодействие просто не может удержать все их протоны.

Кончилось тем, что у физиков на руках оказалось два набора законов — один для мира очень малых величин, другой для большой Вселенной, — существующих отдельно друг от друга. И это тоже не нравилось Эйнштейну. Остаток жизни он посвятил попыткам найти способ связать эти свободные концы в одну Единую теорию и неизменно терпел неудачи. Время от времени он думал, что ему это удалось, но в конечном счете узел всегда развязывался. Со временем он все более оказывался в стороне от господствующих направлений в науке, и порой его даже немного жалели. Сноу писал, что почти все без исключения «его коллеги считали и считают поныне, что вторую половину жизни он растратил впустую».

Однако в других областях был достигнут реальный прогресс. К середине 1940-х годов ученые чрезвычайно глубоко изучили атом — чересчур эффектно продемонстрировав это в августе 1945 года, когда взорвали пару атомных бомб над Японией.

На тот момент физикам можно было простить их убеждение, что они почти покорили атом. В действительности же все в физике элементарных частиц становилось значительно сложнее. Но прежде чем взяться за этот несколько утомительный рассказ, нам следует подтянуть другую нить нашего повествования, продолжив важный и полезный разговор об алчности, обмане, злоупотреблении наукой, о случаях бесполезной гибели людей и об окончательном определении возраста Земли.

10
УДАЛЕНИЕ СВИНЦА

В конце 1940-х годов аспирант Чикагского университета Клэр Паттерсон (выходец из фермерской семьи в штате Айова), применяя новый метод измерения изотопов свинца, пытался окончательно установить возраст Земли. К сожалению, все имевшиеся у него образцы пород оказались загрязненными, причем весьма значительно. Большинство из них содержали свинец, в количестве, примерно в двести раз превышавшем обычный уровень. Пройдет много лет, прежде чем Паттерсон поймет, что виновником его неудач был печальной славы изобретатель из Огайо по имени Томас Миджли-младший.

По образованию Миджли был инженером, и мир, несомненно, стал бы безопаснее, если бы он оставался инженером. А он вместо этого заинтересовался промышленным применением химии. В 1921 году работая в «Дженерал моторс рисерч корпорейшн» в Дейтоне, штат Огайо, он изучал соединение, называющееся тетраэтилсвинец, и обнаружил, что оно значительно снижает вибрацию, или стук двигателя.

Хотя было широко известно, что свинец опасен, в первые годы двадцатого века его можно было обнаружить во всевозможных предметах потребления. Продукты питания поступали в банках, запаянных с помощью свинцового припоя. Вода часто хранилась в луженных свинцом баках. Арсенатом свинца в качестве пестицида опрыскивали фрукты. Свинец даже входил в состав тюбиков с зубной пастой. Едва ли можно было найти изделие, которое не вносило бы каплю свинца в организм потребителя. Однако ничто не могло сравниться по масштабам и длительности применения с добавлением его в моторное топливо.

Свинец — это нейротоксин. В больших количествах он может привести к необратимому поражению мозга и центральной нервной системы. Среди множества проявлений отравления — потеря зрения, бессонница, почечная недостаточность, потеря слуха, рак, паралич и судороги. В самой острой форме интоксикация проявляется в виде внезапных галлюцинаций, страшных как для пострадавших, так и для свидетелей. Как правило, они заканчиваются комой и смертью. Вряд ли вы захотите, чтобы вам в организм попало слишком много свинца.

С другой стороны, свинец легко добывать и обрабатывать и страшно выгодно производить в промышленных масштабах, а тетроэтилсвинец действительно устраняет стук в двигателях. Так что в 1923 году три крупнейшие американские корпорации — «Дженерал моторе», «Дюпон» и «Стандард ойл оф Нью-Джерси» создали совместное предприятие, названное «Этил газолин корпорейшн» (позднее для краткости просто «Этил корпорейшн»), с целью производства такого количества тетраэтилсвинца, какое мир был готов купить, и это оказалось потрясающей сделкой. Они назвали свою добавку «этилом», что звучало привлекательнее, чем токсичный «свинец», и 1 февраля 1923 года запустили ее в широкое применение (более разнообразное, чем представляло большинство потребителей).

Почти сразу у рабочих на производстве стали появляться неустойчивая походка и нарушения психики — ранние признаки отравления. Также почти сразу «Этил корпорейшн» стала следовать практике спокойного, но твердого отрицания, которая успешно служила ей десятки лет. В своей увлекательной истории промышленной химии «Прометеи в лаборатории» Шэрон Берч Макгрейн[146] приводит пример, когда у персонала одного из заводов стали проявляться необратимые галлюцинации, представитель компании успокоил репортеров: «Они, вероятно, тронулись рассудком, потому что слишком напряженно работали». В ранний период производства этилированного бензина погибло по меньшей мере пятнадцать рабочих и бесчисленное множество других заболели, часто очень тяжело; точное их число неизвестно,

потому что компании почти всегда удавалось замять неприятные известия об утечках и отравлениях. Однако временами замять их бывало невозможно — особенно в 1924 году, когда всего на одной плохо вентилируемой установке за несколько дней погибли пять рабочих и еще тридцать пять навсегда остались жалкими развалинами.

Поскольку об опасности нового продукта пошли слухи, полный энтузиазма изобретатель этила Томас Миджли, дабы ослабить беспокойство репортеров, решил провести для них наглядную демонстрацию. Непринужденно болтая об обязательствах компании в области безопасности, он плеснул тетроэтилсвинца себе на руки, затем на целую минуту поднес мензурку к носу, утверждая при этом, что может без вреда повторять эту процедуру каждый день. На самом деле Миджли прекрасно знал об опасности отравления свинцом. Он сам за несколько месяцев до того серьезно пострадал от избыточного воздействия и за исключением этого эпизода, если мог, близко не подходил к этой дряни.

Воодушевленный успехом с этилированным бензином, Миджли теперь обратился к другой технической проблеме века. В 1920-х годах пользоваться холодильниками часто бывало крайне рискованно, потому что в них применялись коварные, опасные газы, которые иногда просачивались наружу. В 1929 году в больнице Кливленда, штат Огайо, в результате утечки из холодильника погибло больше ста человек. Миджли задался целью создать газ, который был бы устойчивым, невоспламеняющимся, некоррозионным и безопасным при вдыхании. Можно подумать, что он обладал почти сверхъестественной способностью творить беды — на сей раз он придумал хлорфторуглероды, или ХФУ.[147]

Редко какой промышленный продукт так быстро находил применение и причинял столько неприятностей. ХФУ поступили в производство в начале 1930-х годов и нашли тысячи применений практически во всех областях, от кондиционеров в автомашинах до баллончиков с дезодорантами, прежде чем полвека спустя заметили, что они разрушают в стратосфере озон. А это, как вы увидите, очень нехорошо.

Озон — это разновидность кислорода, в котором каждая молекула содержит три атома кислорода вместо обычных двух. По капризу природы у поверхности Земли он является очень вредным загрязнением, тогда как высоко в стратосфере оказывает благотворное воздействие, поскольку поглощает опасное ультрафиолетовое излучение. Однако полезного озона не так уж много. Если его равномерно распределить по всей стратосфере, он образовал бы слой всего около трех миллиметров толщиной. Вот почему этот слой так легко нарушить.

Хлорфторуглеродов тоже не очень много — они составляют всего около одной миллиардной части атмосферы, взятой в целом, — но они крайне разрушительны.[148] Один-единственный килограмм ХФУ может захватить и уничтожить 70 тысяч килограммов атмосферного озона. ХФУ остаются в атмосфере долгое время — в среднем около ста лет, — все это время причиняя огромный вред. К тому же они как губка впитывают тепло. Молекула ХФУ дает в десять тысяч раз более сильный вклад в парниковый эффект, чем молекула углекислого газа — а углекислый газ, как известно, весьма эффективно создает парниковый эффект. Словом, хлорфторуглероды в конечном счете могут, пожалуй, оказаться одной из худших выдумок двадцатого века.

Миджли об этом так и не узнал, поскольку умер задолго до того, как поняли, насколько вредны ХФУ. Сама его кончина была весьма необычной. Заболев полиомиелитом и став инвалидом, Миджли изобрел хитроумное приспособление, включавшее несколько блоков с моторчиками, которые автоматически поднимали и переворачивали его в постели. В 1944 году, приведя в действие механизмы, он запутался в тросах и был ими задушен.

Если вы интересовались определением возраста различных предметов, то в 1940-х годах самым подходящим для вас местом был Чикагский университет. Уиллард Либби тогда

разрабатывал метод радиоуглеродного датирования, позволяющий ученым точно определять возраст костей и других органических остатков, что было им недоступно раньше. В то время самые древние, надежно определенные даты не выходили за пределы Первой династии в Египте — около 3000 лет до н. э. Никто, например, не мог с уверенностью сказать, когда отступили последние ледниковые щиты или в какое время в прошлом кроманьонцы украшали пещеры Ласко во Франции.

Идея Либби оказалась настолько полезной, что в 1960 году ему присудят за нее Нобелевскую премию. Она исходила из понимания, что все живые организмы содержат изотоп углерода, называемый углерод-14, который начинает распадаться со строго определенной скоростью, как только те погибают. Период полураспада углерода-14, то есть время, необходимое для того, чтобы в любом образце исчезла половина его атомов, составляет примерно 5600 лет, так что, определив, сколько осталось углерода в данном образце, Либби мог получить довольно надежное представление о возрасте изучаемого предмета, правда, до известного предела. После восьми периодов полураспада от первоначального количества радиоактивного углерода остается всего 0,39 процента, а этого слишком мало для надежных измерений, так что радиоуглеродное датирование годится только для объектов возрастом примерно до 40 тысяч лет.

Любопытно, что когда данный метод стал получать широкое распространение, в нем обнаружились некоторые изъяны. Начать с того, что один из основных элементов формулы Либби — период полураспада — был определен с ошибкой примерно на три процента. Однако к тому времени во всем мире были проведены уже тысячи измерений. Чтобы не пересматривать их все, ученые решили сохранить неточную величину. «Таким образом, — отмечает Тим Флэннери,[149] — во всех необработанных данных радиоуглеродного датирования, которые вы встречаете сегодня, возраст образцов занижен примерно натри процента». Но этим проблемы не исчерпывались. Вскоре было также обнаружено, что содержащие углерод-14 образцы легко загрязнялись углеродом из других источников, например от незаметно попавшего вместе с образцом кусочка растительности. Для сравнительно молодых образцов, которым меньше двадцати тысяч лет, легкое загрязнение не имело большого значения, а вот для более древних образцов оно могло стать серьезной проблемой, потому что в этом случае подсчитывал ось очень малое количество остающихся атомов. Позаимствуем сравнение Флэннери — в первом случае ошибка в один доллар будет при подсчете тысячи долларов, а во втором ошибка в доллар будет иметь место, когда у вас на руках всего 2 доллара.

К тому же метод Либби основывался на предположении, что содержание углерода-14 в атмосфере и степень его усвоения живыми существами были неизменными на протяжении всей истории. На самом деле это не так. В настоящее время известно, что содержание углерода-14 в атмосфере изменяется в зависимости от того, как земное магнитное поле отклоняет космические лучи, а этот показатель со временем может значительно меняться.[150] Это означает, что некоторые данные, полученные на основе распада углерода-14, могут вызывать сомнения. Среди наиболее сомнительных — датировки, относящиеся ко времени, когда в Америку пришли первые люди, что является одной из причин неустанных споров вокруг этого вопроса.

Наконец, и, пожалуй, несколько неожиданно, результаты могут быть искажены, казалось бы, не относящимися к делу внешними факторами — такими как пища, которую употребляли те, чьи кости подвергаются исследованию. Один недавний случай вызвал долгие споры относительно того, где берет начало сифилис — в Новом Свете или в Старом? Археологи из Гулля обнаружили, что похороненные на монастырском кладбище монахи страдали сифилисом, но первоначальное заключение, что монахи заразились им до путешествия Колумба, было

поставлено под сомнение из-за того, что они потребляли много рыбы, отчего их кости могли казаться старше, чем на самом деле.[151] Монахи вполне могли подцепить сифилис, но когда и как — остается неразрешенной загадкой.

Из-за этих недостатков углерода-14 ученые стали разрабатывать другие методы определения возраста древних материалов, среди них датирование по термолюминесценции, посредством которой подсчитываются электроны, заключенные в глинах,[152] и метод электронного спинового резонанса, при котором образец облучается электромагнитными волнами и измеряются вибрации электронов. Но даже самые лучшие из этих методов не подходят для датирования чего-либо старше примерно двухсот тысяч лет и совсем не годятся для датирования неорганических веществ, таких как горные породы, что, разумеется, необходимо, если вы хотите определить возраст своей планеты.

Трудности датирования горных пород были таковы, что одно время почти во всем мире бросили этим заниматься. Если бы не один преисполненный решимости английский профессор, которого звали Артур Холмс, поиски решения этой проблемы могли бы вообще заглохнуть.

Холмс героически преодолевал препятствия и добивался нужных результатов. К 1920-м годам, в разгар его научной деятельности, геология вышла из моды, поскольку новым увлечением века стала физика. Геологию жестко ограничивали в средствах, особенно на ее духовной родине, в Англии. Холмс много лет единолично представлял весь геологический факультет Даремского университета. Чтобы продолжать радиометрическое датирование горных пород, ему часто приходилось заимствовать у других или латать свою аппаратуру. Однажды дошло до того, что его расчеты фактически были задержаны на год в ожидании того, когда университет обеспечит его простой суммирующей машинкой. Время от времени он был вынужден совсем оставлять научную деятельность, чтобы заработать на содержание семьи — некоторое время он держал антикварную лавку в Ньюкасле-на-Тайне, — бывало, что у него даже не находилось пяти фунтов стерлингов на членские взносы в Геологическое общество.

Методика, которую Холмс применял в своей работе, была теоретически проста и непосредственно вытекала из явления, впервые замеченного в 1904 году Эрнестом Резерфордом и состоявшего в том, что некоторые атомы, распадаясь, образуют другой элемент, причем с достаточно предсказуемой скоростью, так что могут использоваться в качестве часов. Если известно, сколько времени требуется для превращения калия-40 в аргон-40, и измерить содержание того и другого в образце, то можно определить возраст материала. Холмс же, чтобы вычислить возраст пород и тем самым, как он надеялся, возраст Земли, измерял скорость распада урана с превращением в свинец.

Но на этом пути предстояло преодолеть множество технических трудностей. Холмс также нуждался в сложной аппаратуре, с помощью которой можно было бы делать очень тонкие измерения небольших по размеру образцов, но все, что ему удалось, так это получить простую счетную машинку. Так что было большим достижением, когда в 1946 году он смог с уверенностью заявить, что Земле по крайней мере три миллиарда лет, а возможно, и значительно больше. К сожалению, теперь он столкнулся с новым тяжелым препятствием: консерватизмом его коллег ученых. Охотно воздавая хвалу его методике, многие из них утверждали, что он установил не возраст Земли, а всего лишь возраст составляющих ее пород.

Как раз в это время Гаррисон Браун из Чикагского университета разработал новый метод подсчета изотопов свинца в породах вулканического происхождения (т. е. тех, которые в отличие от осадочных пород прошли через плавление). Понимая, что работа будет крайне скучной, он перепоручил ее юному Клэру Паттерсону в качестве диссертационного проекта. Особенно замечательно то, что он обещал Паттерсону, что определить возраст Земли этим новым способом — сущий пустяк. В действительности на это потребуются годы.

Паттерсон начал работу в 1948 году. В сравнении с захватывающим воображение вкладом Томаса Миджли в прогресс человечества определение Паттерсоном возраста Земли выглядит более чем скромно. На протяжении семи лет — сначала в Чикагском университете, а затем, с 1952 года, в Калифорнийском технологическом институте — он работал в стерильной лаборатории, делая очень точные измерения соотношений свинца и урана в тщательно отобранных образцах древних пород.

Сложность измерения возраста Земли заключалась в том, что требовались очень древние породы с кристаллами, включающими свинец и уран, примерно того же возраста, что и сама планета. Более молодые образцы дают искажения в сторону более позднего времени. Но на Земле редко находят действительно древние породы. В конце 1940-х годов никто до конца не понимал почему. В действительности, и это весьма удивительно, лишь вступив в космический век, удалось внятно объяснить, куда делись на Земле все древние породы. (Ответ дает тектоника плит, до которой мы, разумеется, еще доберемся.) Паттерсону же между тем пока оставалось лишь пытаться разобраться в этих вещах, располагая весьма ограниченным набором образцов. В конце концов ему пришла в голову оригинальная мысль: можно восполнить нехватку образцов, используя породы внеземного происхождения. И он обратился к метеоритам.

Паттерсон выдвинул весьма сильное и, как оказалось, верное предположение, что многие метеориты представляют собой остатки строительных материалов, сохранившихся с ранних времен существования Солнечной системы, и потому внутри них мог сохраниться более или менее нетронутым первичный химический состав. Измерьте возраст этих странствующих камней — и вы получите (с неплохой точностью) возраст Земли.

Как всегда, все оказалось не так просто, как это может показаться из нашего беглого описания. Метеориты встречаются весьма редко, и достать их образцы не так-то легко. Кроме того, разработанная Брауном методика измерений оказалась крайне сложной в деталях и требовала значительной доработки. Ко всему прочему, с образцами Паттерсона постоянно возникали проблемы из-за того, что они бесконтрольно загрязнялись большими дозами содержащегося в атмосфере свинца каждый раз, как только попадали на воздух. Именно это обстоятельство заставило его в конечном счете создать стерильную лабораторию — первую в мире, если верить по крайней мере одному из источников.

Паттерсону потребовалось семь лет упорного труда, чтобы только собрать и оценить образцы, предназначенные для окончательной проверки. Весной 1953 года он привез свои образцы в Аргоннскую национальную лабораторию в штате Иллинойс. Там ему выделили время на масс-спектрографе последней модели — приборе, способном обнаруживать и измерять самое незначительное количество урана и свинца, упрятанное в древних кристаллах. Когда наконец Паттерсон получил результаты, он так разволновался, что сразу отправился на родину в Айову и попросил мать поместить его в больницу на исследование, так как подумал, что у него случился сердечный приступ.

Вскоре на конференции в Висконсине Паттерсон объявил окончательный возраст Земли — 4550 миллионов лет (плюс-минус 70 миллионов лет) — «цифра, остающаяся неизменной и через пятьдесят лет», как восхищенно замечает Макгрейн. После двухсотлетних попыток Земля наконец обрела возраст.

Почти сразу Паттерсон сосредоточил внимание на насыщавшем атмосферу свинце. Он был поражен, обнаружив, что даже то немногое, что было известно о воздействии свинца на человека, почти неизменно оказывалось либо неверным, либо вводящим в заблуждение. И неудивительно: ведь на протяжении сорока лет все исследования о воздействии свинца финансировались исключительно производителями свинцовых присадок.

В одном из таких исследований врач, не имевший специальной подготовки в области

патологии, связанной с химией, взялся за пятилетнюю программу, в ходе которой добровольцам предлагалось вдыхать или глотать свинец в возрастающих количествах. Затем у них проверялись моча и кал. К несчастью, доктор, видимо, не знал, что свинец не выделяется с отходами жизнедеятельности. Наоборот, он накапливается в костях и крови — именно из-за этого он так опасен, — а ни кости, ни кровь не проверялись. В результате свинцу было выдано свидетельство полной безвредности для здоровья.

Паттерсон быстро установил, что в атмосфере находится — и фактически остается сегодня, потому что он никуда не девается, — огромное количество свинца. И около 90 % его, похоже, вышло из выхлопных труб автомашин. Но он не смог этого доказать. Ему требовалось найти способ сравнить нынешний уровень содержания свинца в атмосфере с уровнем, существовавшим до 1923 года, когда началось коммерческое производство тетраэтилсвинца. И тут он догадался, что ответ могут дать ледники.

Было известно, что в местах, подобных Гренландии, выпавший снег откладывается отдельными слоями (из-за сезонных колебаний температуры наблюдаются незначительные изменения в их окраске от зимы к лету). Отсчитывая эти слои и измеряя количество свинца в каждом из них, Паттерсон мог вычислить концентрацию свинца в земной атмосфере в любой период времени на протяжении сотен и даже тысяч лет. Эта идея легла в основу изучения ледниковых кернов, на котором во многом зиждется современная климатология.

Паттерсон обнаружил, что до 1923 года в атмосфере почти не было свинца, а после этого уровень содержания свинца неуклонно и опасно пополз вверх. Теперь делом его жизни стало добиться удаления свинца из бензина. Он стал постоянным и зачастую суровым критиком промышленного производства свинца и стоящих за этим интересов.

Кампания оказалась дьявольски трудной. «Этил» была мощной глобальной корпорацией и имела много высокопоставленных друзей. (Среди ее директоров были член Верховного суда Льюис Пауэлл и Гильберт Гровнор из Национального географического общества.) Паттерсон вдруг обнаружил, что средства на его научные исследования либо отозваны, либо выделяются с огромным трудом. Американский институт нефти расторг с ним контракт на исследования, Служба здравоохранения Соединенных Штатов, считавшаяся беспристрастным правительственным органом, тоже.

По мере того как Паттерсон все больше становился помехой для своего научного заведения, должностные лица свинцовых компаний частенько нажимали на попечителей Калифорнийского технологического института с целью заставить его замолчать или уйти. По словам Джейми Линкольна Китмана,[153] писавшего в 2000 году в *The Nation,* руководство «Этила» предлагало пожертвовать средства на содержание в институте кафедры, если «Паттерсона уйдут». Дошло до абсурда, когда его, бесспорно, самого видного эксперта Америки по атмосферному свинцу, в 1971 году вывели из комиссии по вопросам свинцового загрязнения Национального научно-исследовательского совета.

Надо отдать должное Паттерсону, он остался тверд в своих убеждениях. И в конечном итоге его усилия привели к принятию Закона 1970 года «о чистом воздухе», а в 1986 году к полному изъятию из продажи в Соединенных Штатах этилированного бензина. Почти сразу содержание свинца в крови американцев упало на 80 %.[154] Но из-за того, что свинец остается навсегда, у каждого современного американца содержится в крови в 625 раз больше свинца, чем у его соплеменника, жившего сто лет назад. Содержание свинца в атмосфере также продолжает увеличиваться, причем вполне законно, примерно на сто тысяч тонн в год, главным образом из-за его добычи, выплавки и промышленной обработки. В Соединенных Штатах также запретили применение свинца в малярных работах внутри помещений. «Через 44 года после большинства стран Европы», — замечает Макгрейн. Удивительно, что, несмотря на поразительную

токсичность, свинцовый припой применялся в емкостях для продуктов питания аж до 1993 года.

Что касается «Этил корпорейшн», то она все еще процветает, хотя «Дженерал моторе», «Стандард Ойл» и «Дюпон» больше в ней не участвуют. (В 1962 году они продали свои акции компании «Албермэрл пейпер».) Согласно Макгрейн, еще в феврале 2001 года «Этил» продолжала утверждать, «что исследования не подтвердили, что этилированный бензин представляет опасность для здоровья человека или окружающей среды». На ее сайте в истории компании нет упоминания о Томасе Миджли, а просто содержится ссылка на первоначальный продукт, содержащий «определенные химические соединения».[155]

«Этил» больше не производит этилированный бензин, хотя, согласно отчетам компании за 2001 год, продажа тетраэтилсвинца в 2000 году все еще приносила ей 25,1 млн долларов (из общей суммы 795 млн долл.), даже больше, чемв 1999 году (24,1 млн долл.), но меньше, чем в 1998 году (117 млн долл.). В своем отчете компания заявляет о решимости «максимально увеличить поступления от продаж тетраэтилсвинца, применение которого в мире продолжает постепенно сокращаться». «Этил» сбывает тетраэтилсвинец по всему миру по соглашению с английской фирмой «Ассошиэйтед Октел Лтд.».

Что касается другого наказания, оставленного нам Томасом Миджли, — хлорфторуглеродов, в Соединенных Штатах они были запрещены в 1974 году, но эти коварные невидимки ужасно живучи, и те, что попали в атмосферу раньше (например, в составе дезодорантов или лаков для волос), почти наверняка будут оставаться там и пожирать озон еще долго после того, как нас с вами не станет. Еще хуже то, что мы каждый год продолжаем добавлять в атмосферу огромное количество хлорфторуглеродов. Согласно Уэйну Биддлу, [156] на рынок ежегодно попадает 27 миллионов килограммов этого зелья стоимостью полтора миллиарда долларов. Так кто его производит? Мы, то есть множество наших крупных корпораций, производящих его на своих зарубежных предприятиях. В странах третьего мира его не запретят до 2010 года.

Клэр Паттерсон умер в 1995 году. Он не получил Нобелевской премии за свои труды. Геологам ее не дают. Еще более странно, что полстолетия упорного, самоотверженного труда не принесли ему ни славы, ни маломальского признания. Можно бы привести веские доводы в подтверждение того, что он был самым влиятельным геологом двадцатого века. Однако кто слыхал о Клэре Паттерсоне? В большинстве учебников геологии о нем не упоминается. В двух свежих популярных книгах об истории определения возраста Земли ухитрились исказить его имя.

В начале 2001 года рецензент одной из этих книг в журнале *Nature* совершил еще одну поразительную ошибку, представив Паттерсона женщиной.

Как бы то ни было, благодаря трудам Паттерсона Земля к 1953 году обрела наконец возраст, с которым все могли согласиться. Теперь оставалась единственная проблема — получалось, что Земля старше содержавшей ее Вселенной.

11
КВАРКИ МИСТЕРА МАРКА

В 1911 году британский ученый Ч. Т..Р. Вильсон, изучая образование облаков, регулярно взбирался на вершину известной сырыми туманами шотландской горы Бен-Невис. Однажды ему пришло в голову, что должен быть более простой путь. Вернувшись к себе в Кавендишскую лабораторию в Кембридже, он соорудил камеру с искусственным облаком — простое устройство, в котором он мог охлаждать и увлажнять воздух, создавая модель облака в лабораторных условиях.

Устройство работало очень хорошо, к тому же обладало неожиданным дополнительным достоинством. Когда Вильсон разгонял в камере альфа-частицу, чтобы запустить образование своих искусственных облаков, она оставляла видимый след — вроде инверсионного следа пролетающего воздушного лайнера. Тем самым он просто изобрел детектор частиц. Прибор предоставил убедительные доказательства того, что субатомные частицы действительно существуют.

Позднее двое других ученых из Кавендишской лаборатории создали прибор, дающий более мощный пучок протонов, а в Калифорнии, в Беркли, Эрнест Лоуренс изготовил свой знаменитый впечатляющий циклотрон, или сокрушитель атомов, как долгое время восторженно называли такие устройства в англоязычном мире. Все эти хитрые штуковины действовали — и фактически до сих пор действуют — более или менее по одному принципу. Смысл в том, чтобы разогнать протон или другую заряженную частицу по определенной траектории по направляющему устройству (иногда круговой, иногда прямолинейной), а затем ударить ею в другую частицу и посмотреть, что разлетится в стороны. Именно поэтому их и называли сокрушителями атомов. Не слишком деликатный метод, но в целом весьма результативный.

По мере того как физики создавали все более грандиозные машины, ученые, похоже, стали терять всякую меру в обнаружении и теоретическом предсказании новых частиц и их семейств: мюоны, пионы, гипероны, мезоны, каоны, бозоны, барионы, тахионы. Даже физики начали испытывать некоторые неудобства. Когда один из студентов спросил у Энрико Ферми [157] название какой-то частицы, тот ответил: «Молодой человек, если бы я мог запомнить названия всех этих частиц, то стал бы ботаником».

Сегодня названия ускорителей напоминают выражения, которыми пользовался генерал Флэш Гордон [158] на поле боя: Протонный суперсинхротрон, Большой электрон-позитронный коллайдер, Большой адронный коллайдер, Релятивистский коллайдер тяжелых ионов. Потребляя колоссальное количество энергии (некоторые из них работают только по ночам, чтобы население окрестных городов не замечало, что у них тускнеет свет, когда запускают установку), они могут так подстегнуть частицы, что отдельный электрон менее чем за секунду 47 тысяч раз оборачивается по 7-километровому туннелю. Высказывались опасения, что ученые, увлекшись, могут по недосмотру создать черную дыру или даже нечто, называемое «странными кварками», которые, теоретически, могли бы, взаимодействуя с другими субатомными частицами, неудержимо размножаться.[159] Если вы в данный момент читаете сию книгу, значит, этого не случилось.

Поиски частиц требуют известной сосредоточенности. Они не только очень малые и быстрые, но зачастую также бывают исключительно эфемерными. Частицы могут возникать и снова исчезать за 0,000000000000000000000001 секунды (10^{-24} секунды). Даже самые медлительные из неустойчивых частиц задерживаются не более чем на 0,0000001 секунды (10^{-7} секунды).

Некоторые частицы поразительно увертливы. Каждую секунду на Землю приходят сто тысяч триллионов триллионов крошечных, почти не имеющих массы нейтрино (большинство из них вырабатываются в ядерном котле Солнца), и фактически все они проходят сквозь планету и сквозь все, что на ней находится, включая нас с вами, будто всего этого вовсе не существует. Чтобы уловить самую малость, ученым требуются емкости, вмещающие 57 тысяч кубометров тяжелой воды (т. е. воды с повышенным содержанием дейтерия), которые размещают в подземных камерах (обычно в старых шахтах), чтобы избежать помех от других видов излучения.

Очень редко пролетающее нейтрино ударяется в ядро находящегося в воде атома и вызывает маленькую вспышку света. Ученые подсчитывают эти вспышки и таким образом постепенно приближают нас к пониманию основных свойств Вселенной. В 1998 году японские исследователи сообщили, что нейтрино действительно имеют массу, но очень небольшую — около одной десятимиллионной массы электрона.

Что сегодня действительно требуется для открытия частиц, так это деньги, причем уйма денег. В современной физике налицо курьезная взаимосвязь между крошечными размерами искомых объектов и масштабами сооружений, требуемых для их поиска. ЦЕРН, Европейский центр ядерных исследований, похож на небольшой город. Раскинувшись на границе Франции и Швейцарии, он занимает площадь, измеряемую квадратными километрами. Там работает три тысячи сотрудников. Гордостью ЦЕРНа служит ряд магнитов, каждый весом с Эйфелеву башню, и подземный туннель окружностью примерно в 26 километров.

Расщеплять атом, как отмечает Джеймс Трефил, легко; вы делаете это всякий раз, когда включаете лампу дневного света.[160] Но вот расщепление атомного ядра требует уймы денег и обильного снабжения электричеством. А для того чтобы добраться до уровня кварков — частиц, составляющих элементарные частицы, — требуется еще больше: триллионы вольт электричества и бюджет небольшого центрально-американского государства. Новый Большой адронный коллайдер ЦЕРНа, запуск которого намечен на 2007 год, достигнет 14 триллионов вольт. [161] А его строительство обойдется в полтора миллиарда долларов[162]*.

--

** (Все эти дорогие вложения приносят весьма ценные побочные результаты. Всемирная паутина (WWW) — это побочный продукт ЦЕРН. Ее изобрел в 1989 году ученый из ЦЕРНа Тим Бернерс-Ли.)*

Но эти цифры — ничто по сравнению с тем, что могло бы быть достигнуто и затрачено при строительстве гигантского и теперь, к сожалению, уже неосуществимого сверхпроводящего суперколлайдера. Его постройка началась в 1980-х годах в Ваксахачи, штате Техас, но впоследствии испытала суперстолкновение с Конгрессом Соединенных Штатов. Основная идея создания коллайдера заключалась в том, чтобы дать ученым возможность познать, как издавна любили говорить, «изначальную природу материи», по возможности близко воссоздав состояние Вселенной в первую 10-тысячемиллиардную долю секунды. Планировалось разгонять частицы по 84-километровому туннелю, достигнув поистине ошеломляющей энергии в 99 триллионов вольт. Это был великий проект, но строительство обошлось бы в 8 миллиардов

долларов (эта цифра в конечном счете возросла до 10 миллиардов долларов), а на эксплуатацию уходили бы еще сотни миллионов долларов ежегодно.

Это, пожалуй, самый выдающийся в истории пример вбухивания денег в дыру в земле. Конгресс уже затратил 2 миллиарда долларов, но затем в 1993 году когда было пройдено 22 километра туннеля, аннулировал проект. Так что.

Техас теперь может похвастаться самой дорогой дырой во Вселенной. Сама строительная площадка, как написал мне мой друг Джефф Гуинн из «Форт уорт стар-телеграм», «по существу, представляет собой огромное расчищенное поле, усеянное по окружности утратившими надежды маленькими городками».

После поражения с суперколлайдером физики, исследующие элементарные частицы, несколько поубавили запросы, но даже сравнительно скромные их проекты потрясающе дороги, с чем бы их ни сравнивать. Предполагамое строительство нейтринной обсерватории в старой шахте Хоустейк в городке Лид, в Южной Дакоте, обойдется в 500 миллионов долларов (и это в шахте, которая уже вырыта!), не говоря уж о ежегодных текущих расходах. Кроме того, видимо, потребуется 281 миллион долларов на «общие конверсионные работы». А простое переоборудование ускорителя частиц в лаборатории Ферми в Иллинойсе обошлось в 260 миллионов долларов.

Словом, физика элементарных частиц — страшно дорогостоящее занятие, но в то же время и весьма плодотворное. Сегодня насчитывается заметно более 150 элементарных частиц и предполагается существование еще около сотни. Но, к сожалению, по словам Ричарда Фейнмана, «очень трудно разобраться во взаимоотношениях всех этих частиц, понять, для чего они нужны природе или как одни связаны с другими». Всякий раз, когда удается открыть ящик, неизбежно внутри обнаруживается другой, запертый, ящик. Некоторые считают, что существуют частицы, называемые тахионами, которые передвигаются со скоростью, превышающей скорость света. Другие жаждут найти гравитон — носитель силы тяжести. В какой момент мы достанем до самого дна — трудно сказать. Карл Саган в книге «Космос» поднимает вопрос о том, что, возможно, по мере углубления внутрь электрона можно будет обнаружить его собственную вселенную, заключенную внутри него, вызывая в памяти все многочисленные произведения научной фантастики 1950-х годов. «Внутри собранных в здешние эквиваленты галактик и других, менее крупных образований находятся в огромном количестве еще более мелкие элементарные частицы, которые сами есть вселенные следующего уровня, и так далее — бесконечная регрессия вселенных, вложенных одна в другую. И такая же прогрессия, устремленная в другую сторону».[163]

Для большинства из нас это мир, выходящий за пределы понимания. Ныне, чтобы прочесть даже начальное руководство по физике элементарных частиц, требуется продираться сквозь терминологические заросли примерно такого рода: «Заряженные пион и антипион соответственно распадаются на мюон плюс антинейтрино и антимюон плюс нейтрино со средней продолжительностью жизни в $2{,}603 \times 10^{-8}$ секунды, незаряженный пион распадается на два фотона при средней продолжительности жизни около $0{,}8 \times 10^{-16}$ секунды, а мюон и антимюон соответственно на…» И далее в том же духе — и это взято из книги, рассчитанной на широкого читателя, а ее автор — один из наиболее доходчивых (как правило) популяризаторов — Стивен Вайнберг.

В 1960-х годах, пытаясь несколько упростить дело, физик из Калифорнийского технологического института Марей Гелл-Манн придумал новый класс частиц, в основном для того, чтобы, по словам Стивена Айсберга, «в какой-то мере восстановить былой «экономный подход» к многочисленным Ааронам» — этим собирательным термином физики обозначают

протоны, нейтроны и другие частицы, которые подчиняются сильному ядерному взаимодействию. По мысли Гелл Манна, все Аароны состоят из еще меньших, даже еще более элементарных частиц. Его коллега Ричард Фейнман хотел назвать эти новые элементарные частицы ***партонами***, но предложение было отвергнуто. Вместо этого их стали называть ***кварками***.

Гелл-Манн взял название из стихотворной строчки «Три кварка для мистера Марка» [164] в книге Джеймса Джойса «Поминки по Финнегану». Представление о фундаментальной простоте кварков продержалось недолго. С углублением понимания появлялась необходимость подразделять их на виды. Хотя кварки слишком малы, чтобы иметь цвет, вкус или другие распознаваемые нами физические свойства, их сгруппировали в шесть категорий — верхние, нижние, странные, очарованные, прелестные и истинные кварки. Эти категории физики почему-то называют ароматами и, в свою очередь, делят на цвета — красный, зеленый и синий. (Кто-то предположил, что эти термины не случайно появились в Калифорнии в разгар психоделической эпохи.)

В конечном счете появилось то, что называют *Стандартной моделью*, которая, по существу, служит чем-то вроде набора запчастей для субатомного мира. Стандартная модель состоит из шести кварков, шести лептонов, пяти известных бозонов и шестого предсказанного — бозона Хиггса (названного по имени шотландского ученого Питера Хиггса[165]), плюс три из четырех физических взаимодействий: сильное и слабое ядерные и электромагнитное.

Эта модель предусматривает, что фундаментальными строительными блоками материи являются кварки. Их скрепляют между собой частицы, называемые глюонами. Вместе кварки с глюонами образуют протоны и нейтроны, вещество атомного ядра. К числу лептонов относятся электроны и нейтрино. Кварки и лептоны вместе называются **фермионами**. **Бозоны** (названные по имени индийского физика С. Н. Бозе) представляют собой частицы, порождающие и передающие взаимодействия. К ним относятся, в частности, фотоны и глюоны. Бозон Хиггса, возможно, существует, а возможно, нет: он придуман просто для наделения частиц массой.

Как видите, теория выглядит несколько тяжеловесно и громоздко, но это самая простая модель, способная объяснить все, что происходит в мире элементарных частиц. Большинство физиков, работающих с элементарными частицами, сознают, как заметил в телевизионной передаче 1985 года Леон Лидерман,[166] что Стандартной модели не хватает изящества и простоты. «Она слишком сложна для понимания. В ней слишком много произвольно введенных параметров, — говорил Лидерман. — Невозможно представить, как творец крутит двадцать ручек, чтобы установить двадцать параметров той Вселенной, которую мы знаем». В сущности, физика — это не более чем поиски предельной простоты. Но пока все, что мы имеем, — это нечто вроде утонченного хаоса, или, как сказал Лидерман: «Есть ощущение, что картина не блещет красотой».

Стандартная модель не только неуклюжа, но и неполна. Начать с того, что в ней ничего не говорится о гравитации. Изучайте сколько угодно Стандартную модель, но вы не найдете там никакого объяснения, почему когда вы кладете на стол шляпу, она не взлетает к потолку. Не может она, как мы только что отмечали, объяснить проблему массы. Чтобы придать частицам какую ни на есть массу, приходится вводить воображаемый бозон Хиггса; существует ли он в действительности — вопрос физики двадцать первого века. Как шутливо заметил Фейнман: «Итак, мы вляпались в теорию, не зная, верна она или нет, но твердо знаем, что она *слегка* ошибочна или, по крайней мере, неполна».

Пытаясь собрать все воедино, физики пришли к концепции, которую назвали теорией

суперструн. Она постулирует, что все эти мелкие объекты вроде кварков и лептонов, которые мы раньше принимали за частицы, в действительности своего рода «струны» — вибрирующие энергетические нити, колеблющиеся в одиннадцати измерениях, включающих три измерения, которые мы знаем, плюс время и семь других измерений, нам неизвестных. Струны эти очень малы — настолько малы, что выглядят точечными частицами.

Вводя дополнительные измерения, теория суперструн позволяет физикам собрать квантовые и гравитационные законы в один сравнительно аккуратный пакет. Но это также приводит к тому, что все, что рассказывают ученые об этой теории, начинает звучать настолько невразумительно, что вызывает немедленное желание от этого избавиться, как если бы к вам на скамейке в парке подсел и стал изливать душу совершенно посторонний человек и у вас появилось бы желание отодвинуться от него подальше. Вот как, например, объясняет структуру Вселенной в свете теории суперструн физик Мишио Каку:

Гетеротическая струна состоит из замкнутой струны, у которой два типа вибраций, по часовой стрелке и против, которые рассматриваются по-разному. Вибрации по часовой стрелке существуют в десятимерном пространстве. Вибрации против часовой стрелки существуют в 26-мерном пространстве, из которых 16 измерений компактифицированы. (Вспомним, что в первоначальном пятимерном пространстве Калуцы пятое измерение было компактифицировано путем сворачивания в окружность.)».

И так на 350 страницах.

Струнная теория далее породила нечто под названием М-теория, которая включает [помимо струн] поверхности-мембраны, или просто браны, как сейчас модно называть их в мире физики. Боюсь, что здесь заканчивается широкая дорога знаний, и большинству из нас на этой остановке пора сходить. Вот цитата из «Нью-Йорк таймс», как можно проще разъясняющая суть этой теории широкому кругу читателей:

«Этот экпиротический процесс берет начало в далеком неопределенном прошлом с пары плоских пустых мембран, расположенных параллельно друг другу в искривленном пятимерном пространстве… Две мембраны, которые образуют стены пятого измерения, могли внезапно появиться из небытия, как квантовая флуктуация в еще более отдаленном прошлом, а затем разойтись».

Бесспорно. И непонятно. Кстати, «экпиротический» происходит от греческого слова, означающего «большой пожар».

Дела в физике дошли до того, что, как отмечал в журнале *Nature* Пол Дэвис,[167] «для незнакомых с наукой лиц практически невозможно отличить оправданные предсказания от явного бреда». Вершиной глупости стала претенциозная теория, до которой осенью 2002 года додумались двое французских физиков, братья-близнецы Игорь и Гришка Богдановы. Она включала такие понятия, как «воображаемое время» и «условие Кубо — Швингера — Мартина» и претендовала на объяснение небытия. Т. е. того, чем была Вселенная до Большого Взрыва — периода, который всегда считался непознаваемым (поскольку имел место до появления на свет физики и ее законов).

Почти сразу теория Богдановых вызвала в среде физиков возбужденные споры относительно того, является ли она элементарной чушью, гениальным творением или просто мистификацией. «В научном отношении это явно более или менее полная бессмыслица, — поведал «Нью-Йорк таймс» физик из Колумбийского университета Питер Войт, — но в наши дни она не сильно отличается от множества остальных теорий».

Карл Поппер,[168] которого Стивен Вайнберг называет «старейшиной современных философов науки», однажды высказал мысль о том, что в физике может и не быть окончательной теории. И что вместо этого каждое объяснение может потребовать дальнейшего

объяснения, создавая «бесконечную череду все более основополагающих принципов». Противоположная идея состоит в том, что такое знание просто лежит за пределами наших возможностей. «К счастью, — пишет Вайнберг в книге «Мечты об окончательной теории», — пока что мы, кажется, далеко не исчерпали свои интеллектуальные возможности».

Почти наверняка в этой области мы еще будем свидетелями дальнейшего развития мысли и почти наверняка эти идеи вновь будут выше нашего понимания.

Тогда как физики середины двадцатого столетия растерянно разглядывали мир очень малого, астрономы, в свою очередь, были ничуть не менее озабочены неполнотой своих представлений о Вселенной в целом.

Когда мы последний раз встречались с Эдвином Хабблом, он установил, что почти все видимые нами галактики летят прочь от нас со скоростью, пропорциональной расстоянию: чем дальше от нас галактика, тем быстрее она удаляется. Хаббл увидел, что это можно выразить простым уравнением:

$$H_0 = v/d$$

(где H_0 _ постоянная, v — скорость удаления галактики, ad — расстояние до нее).

H с тех пор называют **постоянной Хаббла**, а все уравнение — **законом Хаббла**. Пользуясь своей формулой, Хаббл вычислил, что возраст Вселенной около двух миллиардов лет, что представлялось несколько странным, так как уже к концу 1920-х годов становилось все более очевидно, что многие тела во Вселенной — включая, возможно, и саму Землю — старше этого срока. Поэтому его уточнение стало постоянной заботой космологии.

Почти единственным постоянным явлением в связи с постоянной Хаббла были многочисленные споры относительно ее величины. В 1956 году астрономы обнаружили, что переменные звезды — цефеиды — более разнообразны, чем думали раньше: они были двух видов, а не одного. Это дало возможность астрономам заново произвести свои вычисления и получить новый возраст Вселенной — от семи до двадцати миллиардов лет; не слишком точно, но, по крайней мере, достаточно, чтобы наконец охватить время образования Земли.

В последующие годы разгорелся бесконечный спор между преемником Хаббла в обсерватории Маунт Вильсон Алланом Сэндиджем и работавшим в Техасском университете астрономом, французом по происхождению, Жераром де Вокулером. После многолетних тщательных вычислений Сэндидж пришел к заключению, что значение постоянной Хаббла составляет 50, а возраст Вселенной соответственно двадцать миллиардов лет. Де Вокулер с той же уверенностью утверждал, что постоянная Хаббла равна 100*.

--

** (Разумеется, вы вправе поинтересоваться, что точно имеется в виду под «постоянной, равной 50» или «постоянной, равной 100». Ответ заключен в астрономических единицах измерения. Кроме как в устных разговорах астрономы не пользуются световыми годами. Для выражения расстояний они пользуются парсеками (сокращение от «параллакс» и «секунда»). Парсек связан с универсальном методом измерения расстояний, называемым звездным параллаксом, и равен 3,26 светового года. А действительно большие расстояния, вроде размера Вселенной, измеряются мегапарсеками: 1 мегапарсек= 1 миллиону парсеков. Постоянная выражается в километрах в секунду на мегапарсек. Таким образом, когда астрономы говорят о постоянной Хаббла, равной 50, они в действительности имеют в виду «50 километров в секунду на мегапарсек». Для большинства из нас это, конечно, совершенно бессмысленная единица измерения; но ведь и большинство расстояний, измеряемых астрономическими*

мерками, настолько чудовищны, что совершенно не поддаются осмыслению.)

Это означало бы, что размеры Вселенной наполовину меньше, а ее возраст — десять миллиардов лет. Неопределенности добавила в 1994 году группа исследователей из обсерватории Карнеги в Калифорнии, которая, пользуясь измерениями, полученными космическим телескопом Хаббла, выдвинула предположение, что Вселенной, возможно, всего лишь 8 миллиардов лет — что, даже по их признанию, было меньше возраста некоторых звезд во Вселенной. В феврале 2003 года группа ученых из НАСА и Годдардского центра космических полетов в штате Мериленд, используя новый высокочувствительный спутник — зонд Уилкинсона для измерения анизотропии микроволнового фона (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, WMAP), заявила с определенной уверенностью, что возраст Вселенной составляет 13,7 миллиарда плюс-минус сотня миллионов лет. Так обстоят дела, по крайней мере, на данный момент.

Трудность окончательного определения состоит в том, что зачастую имеется огромное пространство для интерпретации данных. Представьте себе, что вы стоите ночью в поле и пытаетесь определить, как далеко от вас находятся две электрические лампочки. С помощью довольно простых астрономических инструментов вы сможете достаточно легко установить, что у лампочек одинаковая яркость и что одна из них находится, скажем, в полтора раза дальше другой. Но что вы не сможете определенно сказать, является ли ближняя лампочка 58-ваттной и находящейся в 37 метрах или же 61-ваттной на расстоянии 36,5 метра. В довершение всего следует внести поправки на искажения, вызванные колебаниями плотности земной атмосферы, межзвездной пылью, влиянием света ближних звезд и множеством других факторов. В результате ваши вычисления неизбежно основываются на ряде вытекающих друг из друга допущений, любое из которых может стать источником разногласий. Трудность и в том, что на доступ к телескопам всегда большой спрос, и исторически особенно дорогим было время, наиболее подходящее для измерений красных смещений. Одна экспозиция могла занять всю ночь. В результате астрономы иногда бывали вынуждены (или предпочитали) строить свои заключения на весьма скудных данных. В космологии, как заметил журналист Джеффри Карр,[169] налицо «целая гора теорий, покоящихся на кочке фактов». Или, словами Мартина Риса, «наше нынешнее ощущение удовлетворения (состоянием нашего понимания) скорее отражает недостаточность данных, чем совершенство теории».

Между прочим, эта неточность относится как к астрономическим телам, находящимся сравнительно недалеко, так и к тем, которые расположились на отдаленных окраинах Вселенной. Как отмечает Дональд Голдсмит,[170] когда астрономы говорят, что галактика M87 находится на удалении в шестьдесят миллионов световых лет, на самом деле они имеют в виду («но не часто подчеркивают в публичных высказываниях»), что она удалена на расстояние от 40 до 90 миллионов световых лет. А это, согласитесь, не совсем одно и то же. Для измерений Вселенной в больших масштабах такие допущения только усиливаются. При всех нынешних громких разглагольствованиях о последних успехах и достижениях мы еще очень далеки от согласия.

В одной свежей интересной теории содержится предположение, что Вселенная вовсе не так велика, как мы думаем; что когда мы всматриваемся в пространство, некоторые из галактик, которые мы видим, могут просто быть отражениями, мнимыми изображениями, вызванными отбрасываемым светом.

Факт состоит в том, что мы очень многого не знаем, даже на базовом уровне — и в том числе, например, из чего состоит Вселенная. Когда ученые подсчитывают количество материи, необходимое для того, чтобы удержать галактики вместе, они неизменно делают это весьма и

весьма приближенно. Похоже, что по крайней мере 90, а то и все 99 % Вселенной состоят из «темной материи» Фрица Цвикки — вещества, по своей природе невидимого для нас. Немного унизительно думать, что живешь во Вселенной, которую по большей части даже не можешь увидеть. Но что поделаешь? По крайней мере, названия двух основных подозреваемых на роль темной материи звучат забавно — говорят, что это либо WIMPs, либо MACHOs.[171]

Физики элементарных частиц отдают предпочтение WIMPs, астрофизики склоняются к объяснению через темные звезды — MACHOs. Некоторое время преимущество было на стороне MACHOs, однако пока их число еще очень далеко от необходимого. Поэтому симпатии переместились на сторону WIMPs. Хотя тут тоже есть проблемы — ни одной WIMP до сих пор не найдено. Поскольку они слабо взаимодействуют с обычным веществом, их (если они вообще существуют) очень трудно зарегистрировать. Космические лучи могут создавать слишком большие помехи, поэтому ученым приходится зарываться глубоко в землю. На глубине в один километр космические бомбардировки будут в миллион раз слабее, чем на поверхности. Но даже при всем этом, как заметил один комментатор, «две трети Вселенной все еще не учтены в балансовом отчете». Можно было бы назвать эту неучтенку темными неизвестными, неотражающими недетектируемыми объектами, находящимися неизвестно где, — DUNNOS.[172]

Самые последние данные свидетельствуют о том, что галактики во Вселенной не только разбегаются от нас, но делают это со все возрастающей скоростью. Это противоречит всем ожиданиям. Похоже, Вселенная наполнена не только темной материей, но и темной энергией. Ученые иногда также называют ее энергией вакуума, или квинтэссенцией. Чем бы она ни была, представляется, что она подгоняет расширение, которое ничем больше нельзя толком объяснить. Предполагается, что пустое пространство не такое уж пустое — что там есть то возникающие, то исчезающие частицы материи и антиматерии и что они-то все быстрее расталкивают Вселенную вширь. Невероятно, но единственная вещь, которая позволяет объяснить все это, — та самая космологическая постоянная Эйнштейна — крошечная математическая деталь, которую он вставил в общую теорию относительности, чтобы остановить предполагаемое сжатие, и которую назвал «величайшей ошибкой в своей жизни».

Единственный вывод, который мы можем сделать из всех этих теорий, состоит в том, что мы живем во Вселенной, возраст которой не можем толком вычислить, окружены звездами, расстояния до которых и между которыми толком не знаем, в пространстве, заполненном материей, которую не можем обнаружить и которая развивается в соответствии с физическими законами, которых мы по-настоящему не понимаем.

Вот на такой довольно тревожной ноте давайте вернемся на планету Земля и займемся чем-то, что мы действительно понимаем, — хотя теперь мы, возможно, не удивимся, услышав, что и это мы понимаем не полностью, а что понимаем, то долгое время не понимали.

12
ЗЕМЛЯ ДВИЖЕТСЯ

Одной из последних работ Альберта Эйнштейна, написанных незадолго до кончины в 1955 году, было краткое восторженное предисловие к книге геолога Чарлза Хэпгуда «Подвижная кора Земли: ключ к некоторым основным проблемам науки о Земле». В своей книге Хэпгуд подвергал уничтожающей критике мысль о том, что континенты движутся. Тоном, который чуть ли не приглашал читателя снисходительно посмеяться вместе с ним, Хэпвуд замечал, что несколько легковерных душ обратили внимание на «видимое сходство очертаний некоторых континентов». Создавалось впечатление, продолжал он, «что Южная Америка могла быть подогнана к Африке и так далее… Даже утверждается, что формации горных пород на противоположных сторонах Атлантики соответствуют друг другу».

Господин Хэпгуд энергично отвергал любые подобные представления, отмечая, что геологи К. Е. Кастер и Дж. С. Мендес проводили обширные полевые работы по обе стороны Атлантичекого океана и, вне всякого сомнения, установили, что никакого сходства не существует. Бог его знает, какие обнажения пород разглядывали господа Кастер и Мендес, потому что на самом деле формации горных пород по обе стороны Атлантики — не просто очень схожие, но одни и те же.

Идея движения континентов не появилась неожиданно во времена господина Хэпгуда и его коллег-геологов.

Предположение, на которое ссылался Хэпгуд, впервые высказал американский геолог-любитель Фрэнк Барсли Тейлор. Тейлор происходил из состоятельной семьи, располагал средствами, не зависел от давления академических кругов и в своих научных исследованиях мог себе позволить идти нетрадиционными путями. Он оказался одним из тех, кого поразило сходство очертаний береговых линий Африки и Южной Америки, и, исходя из этих наблюдений, он предположил, что континенты когда-то дрейфовали. Он выдвинул мысль — как оказалось, провидческую, — что причиной образования горных хребтов могло быть столкновение материков. Правда, ему не удалось представить достаточно доказательств, и теорию сочли слишком безумной, для того чтобы отнестись к ней с должным вниманием.

Однако мысль Тейлора была подхвачена и успешно присвоена в Германии неким теоретиком по имени Альфред Вегенер, метеорологом из Марбургского университета. Вегенер изучил множество аномалий в мире растений и среди ископаемых остатков, которые не вписывались в общепринятую картину истории Земли, и понял, что их очень трудно осмыслить, если следовать традиционным объяснениям. Одни и те же ископаемые животные неоднократно обнаруживались по обе стороны океанов, которые, понятно, слишком широки, чтобы их переплыть. Каким образом, спрашивал он, сумчатые перебрались из Южной Америки в Австралию? Каким образом идентичные улитки оказались в Скандинавии и в Новой Англии? И, коль на то пошло, как объяснить наличие угольных пластов и других ископаемых субтропического происхождения в таких холодных местах, как Шпицберген, более 600 километров к северу от Норвегии, если растения каким-то образом не переселились туда из более теплых краев?

Вегенер выдвинул теорию, согласно которой все материки когда-то существовали как единая масса суши, которую он назвал Пангеей, и где, до того как они расколелись и отплыли к нынешнему месту расположения, их растительные и животные миры могли смешиваться. Он изложил эти мысли в книге «Происхождение материков и океанов», изданной на немецком языке в 1912 году и вышедшую через три года на английском, несмотря на начавшуюся тем

временем Первую мировую войну.

Из-за войны теория Вегенера поначалу не привлекла особого внимания, однако в 1920 году, когда он выпустил в свет исправленное и дополненное издание, она быстро стала предметом дискуссий. Все соглашались с тем, что материки двигаются — но не в стороны, а вверх и вниз. Вертикальное перемещение, известное как изостазия, лежало в основе геологических представлений на протяжении поколений, хотя ни у кого не было действительно надежной теории, объясняющей, как и почему оно происходит. Одной из таких концепций, которая бытовала в учебниках еще до того, как я пошел в школу, была теория «печеного яблока», выдвинутая как раз накануне прошлого столетия австрийцем Эдуардом Суэссом. В ней утверждалось, что по мере того как расплавленная Земля остывала, она сморщивалась на манер печеного яблока, образуя океанские бассейны и горные хребты. Ее автору, видимо, было неважно, что задолго до него Джеймс Хаттон указывал, что любое такое статичное явление в результате закончится образованием совершенно ровного сфероида, поскольку эрозия сглаживает выпуклости и впадины. Налицо также была проблема, отмеченная Резерфордом и Содди, которые в начале века показали, что земные элементы хранят огромные запасы энергии — слишком большие, чтобы допустить охлаждение и усадку, о которых вел речь Суэсс. Если бы теория Суэсса была верной, горы должны были бы равномерно распределяться по поверхности Земли, что явно не так, и иметь более или менее одинаковый возраст. Между тем уже к началу 1900-х годов было очевидно, что некоторые горные системы, такие как Урал и Аппалачи, были на сотни миллионов лет старше, скажем, Альп или Скалистых гор. Ясно, что пришло время для новой теории. К сожалению, Альфред Вегенер был не тем человеком, от которого ее ожидали геологи.

Начать с того, что его радикальные представления ставили под сомнение самые основы их науки — не лучший способ вызвать симпатии аудитории. Сам по себе такой вызов был бы воспринят достаточно болезненно, даже если бы он исходил от геолога. Но Вегенер к тому же не имел геологической подготовки. Скажите на милость, метеоролог! Предсказатель погоды, немец. Сплошь неполноценность, которую не скроешь.

Так что геологи приложили все усилия, чтобы отмахнуться от его доказательств и умалить важность его предположений. Дабы обойти проблему распространения ископаемых остатков, они всюду где требовалось, воздвигали древние «земляные перемычки». Когда было обнаружено, что древняя лошадь *Hipparion* в одно и то же время жила во Франции и во Флориде, был протянут мост через Атлантический океан. Когда поняли, что древние тапиры одновременно существовали в Южной Америке и Юго-Восточной Азии, там тоже протянули мост. Вскоре карты доисторических морей почти полностью покрылись гипотетическими земляными перемычками — от Северной Америки до Европы, от Бразилии до Африки, от Юго-Восточной Азии до Австралии, от Австралии до Антарктиды. Эти связующие нити не только удобно появлялись, как только возникала необходимость переместить живое существо с одного земельного массива на другой, но и услужливо исчезали, не оставляя ни малейшего следа своего прежнего существования. Ни одно из этих предположений не было подкреплено ни малейшим доказательством — идея хуже не придумаешь, — и тем не менее эта геологическая ортодоксия господствовала следующие полстолетия.

Но даже земляные перемычки не могли объяснить некоторые вещи. Один вид трилобита, хорошо известный в Европе, был также обнаружен на Ньюфаундленде, но только на одной стороне. Никто не мог убедительно объяснить, как ему удалось пересечь 3 тысячи километров грозного океана и при этом он не сумел обогнуть остров шириной 300 километров. Еще более нелепой аномалией представлялся другой вид трилобита: он был найден в Европе и на Тихоокеанском северо-западном побережье Америки, но не встречался нигде между ними. Это

потребовало бы не столько земляной перемычки, сколько навесной эстакады. Тем не менее даже когда в 1964 году в энциклопедии «Британика» писалось о соперничающих геологических теориях, именно о теории Вегенера говорилось, что в ней полно «серьезных теоретических трудностей». Разумеется, у Вегенера были ошибки. Он утверждал, что Гренландия дрейфует на запад со скоростью примерно 1,6 километра в год — явная нелепость. (Скорее речь может идти о сантиметрах.) Но самое главное, он не нашел убедительного объяснения, каким образом передвигались массивы суши. Чтобы поверить в его теорию, пришлось бы допустить, что огромные материки, подобно вспахивающему землю плугу, каким-то образом вспарывали плотную земную кору, не оставляя позади борозды. При том уровне знаний правдоподобного объяснения того, что приводило в движение эти огромные материки, не находилось.

Одно из предположений исходило от английского геолога Артура Холмса, того самого, который много сделал для определения возраста Земли. Холмс первым из ученых понял, что радиоактивное разогревание могло вызвать внутри Земли конвекционные течения. Теоретически они могли быть достаточно мощными, чтобы двигать континенты по поверхности. В своем широко известном и авторитетном учебнике «Начала физической геологии», впервые опубликованном в 1944 году Холмс изложил теорию дрейфа континентов, основные положения которой признаны и сегодня. Для того времени она была довольно радикальной и широко критиковалась, особенно в Соединенных Штатах, где противодействие теории дрейфа продолжалось дольше, чем где-либо. Там один обозреватель не на шутку беспокоился, что Холмс изложил свои доводы настолько ясно и убедительно, что студенты действительно могут ему поверить. Правда, в других странах новая теория получила устойчивую, хотя и осторожную поддержку. В 1950 году голосование на ежегодном собрании Британской ассоциации содействия развитию науки показало, что около половины присутствовавших к тому времени стали сторонниками идеи дрейфа континентов. (Вскоре после этого Хэпгуд ссылался на эту цифру как на свидетельство прискорбных заблуждений британских геологов.) Любопытно, что сам Холмс порой колебался в своих убеждениях. В 1953 году он признавался: «Мне так и не удалось избавиться от мучительного предубеждения против идеи дрейфа континентов. Можно сказать, я всем своим геологическим нутром чувствую, что гипотеза эта нереальна».

Гипотеза дрейфа континентов не была полностью лишена поддержки и в Соединенных Штатах. В ее пользу высказывался Реджинальд Дейли[173] из Гарварда. Но он, если помните, утверждал, что Луна образовалась в результате космического столкновения. И считалось, что хотя его идеи довольно интересны, даже достойны, но, для того, чтобы серьезно к ним относиться, он все же слегка перегибает палку. Так что большая часть американского научного сообщества придерживалась убеждения, что материки всегда занимали нынешнее положение и что особенности их поверхности можно приписать каким-то другим факторам, а не горизонтальным перемещениям.

Интересно, что геологам нефтяных компаний много лет известно, что если хочешь найти нефть, то нужно учитывать именно такие поверхностные перемещения, которые предполагаются в тектонике плит. Но геологи-нефтяники не писали ученых статей; они просто находили нефть.

Была еще одна крупная проблема теории строения Земли, которую никто не только не решил, но и близко не подошел. Это вопрос, куда делись все осадочные породы. Ежегодно земные реки выносят в море огромный объем эродированного материала — 500 миллионов тонн кальция например. Если помножить темп накопления осадков на количество лет, в течение которых оно продолжается, то получается возмутительная цифра: на дне океанов должно находиться около 20 километров осадков, или, говоря иначе, дно океана должно уже находиться над его поверхностью. Ученые разделались с этим парадоксом самым удобным способом. Оставили его без внимания. Но в конце концов пришло время, когда пренебрегать этим стало

больше нельзя.

Во Вторую мировую войну минералог из Принстонского университета Гарри Хесс был направлен на военно-транспортный корабль США «Кейп Джонсон». На борту корабля был новый сложный эхолот для облегчения прибрежного маневрирования при десантных операциях, но Хесс подумал, что его вполне можно использовать в научных целях, и никогда его не выключал, даже в открытом море и в пылу сражения. Он обнаружил совершенно неожиданные вещи. Если ложе океана, как все полагали, очень древнее, то оно должно быть покрыто толстым слоем осадочных пород, как дно рек и озер илом. Однако измерения Хесса показали, что ложе океана — это что угодно, только не сглаженная липкая поверхность из древних илистых отложений. Оно всюду изрезано глубокими ущельями, впадинами и трещинами, усеяно подводными вулканическими плоскими горами с крутыми округлыми склонами, которые Хесс назвал гайотами по имени работавшего ранее в Принстоне геолога Арнольда Гайота.[174] Все увиденное было загадкой, но надо было воевать, и Хесс отложил обдумывание на потом.

После войны Хесс вернулся к преподаванию в Принстоне, однако тайны океанского ложа продолжали занимать его мысли. Тем временем на протяжении 1950-х годов океанографы предпринимали все более и более сложные обследования океанского дна. При этом их ждал еще больший сюрприз: самый мощный и протяженный горный хребет на Земле находился большей частью под водой. Он тянется сплошными полосами по морским ложам всего мира, подобно узору линий на теннисном мяче. Если начать с Исландии и двигаться к югу, то можно дойти до середины Атлантического океана, обогнуть снизу Африку, пересечь Индийский и Южный[175] океаны и чуть ниже Австралии под углом войти в Тихий океан, пересечь его в направлении Южной Калифорнии, повернуть затем вдоль западного побережья Соединенных Штатов и добраться до Аляски. Время от времени его наиболее высокие пики возвышаются над водой в виде острова или архипелага, например, Азорских и Канарских островов в Атлантическом океане, Гавайских в Тихом, но в большинстве случаев они невидимы и похоронены под тысячами метров соленой воды. Если сложить вместе все его отроги, система в целом протянется на 75 тысяч километров.

Кое-что об этом уже было известно раньше. Те, кто в XIX веке прокладывал по дну океана кабели, судя по их поведению, знали о существовании в середине Атлантического океана горных образований. Однако наличие хребта, сплошного от начала до конца, явилось сногсшибательной неожиданностью. Более того, в нем существовали физические аномалии, которые невозможно было объяснить. Посередине атлантической части хребта расположился рифт — разлом земной коры — шириной до 20 километров на всем 19-тысячекилометровом протяжении. Создавалось впечатление, что Земля лопается по швам, подобно скорлупе ореха. Это была нелепая, вызывающая тревогу картина, но от фактов не отмахнешься.

Затем в 1960 году изучение кернов показало, что ложе океана у хребта в середине Атлантики довольно молодое, а к востоку и западу от него постепенно становится более старым. Гарри Хесс, рассматривая это явление, понял, что это может означать лишь одно: по обе стороны срединного разлома образуется новая океаническая кора, и, по мере появления свежей коры, она выталкивается в стороны. Ложе Атлантики фактически представляет собой две конвейерные ленты — одна несет кору в сторону Северной Америки, другая — в сторону Европы. Процесс этот стали называть *спредингом морского дна*.

Когда кора достигала конца пути на границе с материками, она снова погружалась в глубь Земли. Этот процесс называется *субдукцией*, пододвижением одной тектонической плиты под другую. Субдукция объясняла, куда деваются осадочные породы. Они возвращаются в недра Земли. Этим также объяснялось, почему ложе океана повсюду сравнительно молодо. Нигде не находили пород старше 175 миллионов лет, что было загадкой, потому что породы,

составляющие материки, часто насчитывали миллиарды лет. Теперь Хесс смог понять, почему океанические породы существовали ровно столько, сколько им требовалось, чтобы достичь берега. Это была великолепная теория, объясняющая множество вещей. Хесс обстоятельно развил свои доводы в важной статье, которая почти всюду была проигнорирована. Бывает, что мир просто не готов к новым глубоким идеям.

Между тем двое исследователей, независимо друг от друга, обнаружили удивительные вещи, обратившись к одному любопытному факту из истории Земли, который был известен уже несколько десятков лет. В 1906 году французский физик Бернар Брюн обнаружил, что магнитное поле планеты время от времени меняет полярность и что свидетельства таких переполюсовок навсегда фиксируются в определенных горных породах в момент их зарождения. Конкретно, крошечные вкрапления железной руды в породах указывают туда, где находились магнитные полюса во время их формирования, и потом неизменно указывают это направление после остывания и затвердевания пород. По сути, они «запоминают», где во время их образования находились магнитные полюса. Многие годы это было просто диковинкой, но в 1950 году Патрик Блэкетт из Лондонского университета и С. К. Ранкорн из Ньюкасльского университета, изучая магнитные структуры древних британских горных пород, были поражены, обнаружив, что те указывали, что в отдаленном прошлом Британия, словно сорвавшись с якоря, повернулась вокруг собственной оси и продвинулась на некоторое расстояние к северу. Более того, оказалось, что если положить рядом карты магнитных структур Европы и Америки, относящиеся к одному периоду, они совпадают, как две половинки разорванного листа бумаги. Что-то сверхъестественное! На их открытия тоже не обратили внимания.

Двоим ученым из Кембриджского университета, геофизику Драммонду Мэтьюсу и его аспиранту Фреду Вайну наконец удалось связать все нити вместе. В 1963 году, пользуясь результатами магнитных обследований ложа Атлантического океана, они убедительно показали, что спрединг морского дна происходил в точности так, как предполагал Хесс, и что материки также находятся в движении. Одновременно к такому же заключению пришел один невезучий канадский геолог, которого звали Лоренс Морли. Но он не мог найти никого, кто бы издал его работу. Редактор «Журнала геофизических исследований» с принесшим ему известность снобизмом ответил: «Подобные домыслы могут служить предметом забавных разговоров за коктейлями, но вряд ли годятся для публикации на страницах серьезного научного издания». Позднее один из геологов сказал по этому поводу: «Возможно, это самая значительная работа в области наук о Земле, которой когда-либо было отказано в опубликовании».

Как бы то ни было, время для идеи подвижной земной коры наконец пришло. В 1964 году в Лондоне под эгидой Королевского общества был организован симпозиум с участием большинства самых важных фигур в данной области, и обнаружилось, что все они до единого вдруг оказались сторонниками этой теории. На встрече было решено, что Земля представляет собою мозаику из взаимосвязанных сегментов, многообразные величественные столкновения между которыми определяют по большей части динамику поверхности планеты.

Термин «дрейф материков» был довольно скоро отвергнут, когда поняли, что в движении находится вся земная кора, а не только материки. Но для того, чтобы устоялся термин для обозначения ее отдельных частей, потребовалось время. Сначала их называли *«блоками коры»*, а иногда *«каменной отмосткой»* (paving stones). Но так продолжалось не позднее 1968 года, когда в «Журнале геофизических исследований» появилась статья трех американских сейсмологов, где эти куски получили название, под которым они с тех пор известны, — *плиты*. В той же статье была названа и новая наука: *тектоника плит*.

Старые идеи умирают с трудом, и не все поспешили принять новую захватывающую воображение теорию. В самом популярном и влиятельном учебнике геологии «Земля»

почтенного Харолда Джеффриса[176] еще в 1970-е годы, как и в первом издании 1924 года, настойчиво утверждалось, что движения плит физически невозможны. В нем в равной мере отвергались конвекция и спрединг морского дна. А в опубликованной в 1980 году книге «Бассейн и горная система» Джон Макфи отмечал, что даже в это время каждый восьмой американский геолог не верил в тектонику плит.

Сегодня мы знаем, что поверхность Земли состоит из 8-12 крупных плит (в зависимости от того, что назвать «крупным») и около двадцати плит поменьше и что все они двигаются в разных направлениях с разной скоростью. Некоторые плиты велики и сравнительно инертны, другие невелики и активны. Они лишь отдаленно соотносятся с покоящимися на них массивами суши. Северо-американская плита, например, намного больше материка, с которым она связана. Она приблизительно соответствует очертаниям западного побережья материка (поэтому данный район из-за столкновений на краю плиты сейсмически активен), но совсем не совпадает с восточным побережьем, выдаваясь вперед на половину Атлантики, вплоть до срединноокеанического хребта. Исландия расколота посередине и тектонически принадлежит наполовину к Америке, наполовину к Европе. А Новая Зеландия является частью огромной плиты под Индийским океаном, хотя вовсе им не омывается. И так с большинством других плит.

Связи нынешних и прошлых массивов суши оказались неизмеримо сложнее, чем кто-либо мог себе представить. Оказывается, Казахстан был когда-то связан с Норвегией и Новой Англией. Один угол острова Статен, но только угол, относится к Европе. То же самое с частью Ньюфаундленда. Поднимите камень на побережье Массачусетса — сейчас его ближайший родственник обнаружится в Африке. Горная Шотландия и значительная часть Скандинавии в основном относятся к Америке. Считается, что горный хребет Шеклтона в Антарктике, возможно, когда-то был частью Аппалачских гор на востоке США. Словом, горы гуляют.[177]

Непрерывное беспорядочное движение плит не дает им слиться в одну неподвижную плиту. Если исходить из продолжения нынешнего развития, Атлантический океан будет расширяться, пока наконец не станет намного больше Тихого. Значительная часть Калифорнии отплывет прочь и станет чем-то вроде тихоокеанского Мадагаскара. Африка двинется к северу на Европу, полностью выдавит Средиземное море и нагромоздит горы гималайского масштаба, которые протянутся от Парижа до Калькутты. Австралия колонизует лежащие к северу острова и соединится пуповиной с Азией. Это будущие результаты, но не явления. Явления имеют место и теперь. Мы сидим на своих местах, а материки в это время плавают, как листья в пруду. Благодаря глобальным системам позиционирования мы можем видеть, что Европа и Северная Америка расходятся примерно со скоростью роста ногтей — около двух метров за человеческую жизнь. Если вы готовы подождать достаточно долго, то можете доехать от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско.[178] Лишь краткость человеческой жизни лишает нас возможности оценить изменения. Посмотрите на глобус — то, что вы видите, это, по существу, моментальный снимок континентов, какими они были всего лишь одну десятую процента истории Земли.

Земля — единственная из твердых каменистых планет, где существует тектоника, но почему — это до некоторой степени загадка. Дело не в размерах или плотности — в этом отношении Венера является почти двойником Земли, но тектонической активности на ней не наблюдается, — возможно, у нас просто есть нужные вещества в нужных количествах, чтобы Земля продолжала пузыриться.[179] Говорят, хотя это не более чем предположение, что тектоника играет важную роль в процветании органической системы планеты. Как выразился физик и писатель Джеймс Трефил, «трудно поверить, что непрерывное движение тектонических плит не оказывает влияния на развитие жизни на Земле». Он полагает, что проблемы, создаваемые тектоникой — изменения климата, например, — служат важным стимулом развития

интеллекта. Другие исследователи считают, что дрейф материков мог стать причиной, по крайней мере, некоторых случаев вымирания обитавших на Земле видов. В ноябре 2002 года Тони Диксон из Кембриджского университета представил отчет, опубликованный в журнале *Science,*[190] где решительно утверждал, что между историей горных пород и историей жизни вполне может существовать связь. Диксон установил, что за последние полмиллиарда лет химический состав Мирового океана испытывал неожиданные и резкие изменения и что эти изменения часто соотносятся с важными событиями в биологической истории — бурной вспышкой роста крошечных живых существ, оставивших после себя меловые скалы на южном побережье Англии, внезапной модой на раковины у морских организмов в кембрийский период и т. д. Никто не может сказать, что заставляет химию океанов время от времени так поразительно изменяться, но возможно, виной тому служит раскрытие и закрытие подводных горных хребтов.

Во всяком случае, тектоника плит дала объяснение не только поверхностной динамике Земли — например, как древний *Hipparion* попал из Франции во Флориду, — но и многим внутриземным явлениям. Землетрясения, образование цепочек островов, углеродный цикл, расположение гор, наступление ледниковых периодов, происхождение самой жизни — вряд ли найдешь явление, к которому не имеет прямого отношения эта новая удивительная теория. У геологов, как отметил Макфи, голова пошла кругом, когда они обнаружили, что «все на Земле вдруг обрело смысл».

Но лишь до определенного предела. Расположение материков в прежние времена представляется далеко не таким ясным, как думает большинство людей, далеких от геофизики. Хотя в учебниках изображаются определенные на вид очертания массивов суши, называемых Лавразией, Гондваной, Родинией и Пангеей, они порой основываются на заключениях, которые признаются далеко не всеми. Как замечает в своей книге «Ископаемые и история жизни» Джордж Гейлорд Симпсон,[181] древние виды растений и животных имеют неудобную привычку обнаруживаться там, где им не место, и не находиться там, где следует.

Очертания Гондваны, когда-то громадного материка, объединявшего Австралию, Африку, Антарктиду и Южную Америку, в значительной мере обосновывались распространением рода древнего языковидного папоротника, названного *Glossopteris*, который находили во всех нужных местах. Однако значительно позже *Glossopteris* также обнаружили в частях света, насколько известно, не имевших связи с Гондваной. Это неудобное несоответствие в основном оставалось — и до сих пор остается — без внимания. Подобным же образом листрозавр, рептилия триасового периода, была обнаружена на территории от Антарктики до Азии, подтверждая идею прежних связей между этими материками, но ее никогда не находили в Южной Америке или в Австралии, которые, как считают, в то время были частью того же материка.

Имеется также множество деталей поверхности, которые не в состоянии объяснить тектоника. Возьмите Денвер. Он, как известно, расположен на высоте в милю, но подъем этот произошел сравнительно недавно. Когда по Земле бродили динозавры, Денвер был частью дна океана и находился на многие тысячи метров ниже. В то же время породы, на которых покоится Денвер, не разломаны и не деформированы, как если бы Денвер поднялся при столкновении плит. Да и в любом случае он находится слишком далеко от краев плит, чтобы попасть под их воздействие. Это все равно, как если бы вы толкали один край ковра, намереваясь создать складку на другом его конце. Похоже, что каким-то непостижимым образом Денвер миллионы лет поднимался, подобно хлебу в печи. Это же в значительной мере относится и к Южной Африке. Часть ее шириной в 1600 километров за сто миллионов лет поднялась на полтора километра без какой-либо известной тектонической активности. А Австралия тем временем

наклонялась и тонула. Последние сто миллионов лет она дрейфовала к северу в сторону Азии, причем передний край ушел под воду почти на двести метров. Похоже, что и Индонезия очень медленно тонет, увлекая за собой Австралию. Ни одна из тектонических теорий не может объяснить эти явления.[182]

Альфред Вегенер не дожил до подтверждения своих идей. В 1930 году, в свой пятидесятый день рождения, во время экспедиции в Гренландию он в одиночку отправился искать сброшенные с воздуха припасы. И не вернулся. Несколько дней спустя его нашли замерзшим на леднике.

Там же его и похоронили, только теперь он примерно на метр ближе к Америке, чем в день своей гибели.

Эйнштейн тоже не дожил до того, чтобы увидеть, что поставил не на ту лошадь. Он умер в Принстоне, штат Нью-Джерси, в 1955 году, еще до опубликования хулы, которой Чарлз Хэпгуд удостоил в своем труде теорию дрейфа континентов.

Еще один главный виновник появления на свет учения о тектонике плит, Гарри Хесс, в то время тоже был в Принстоне и работал там до конца своей научной карьеры. Одним из его студентов был одаренный молодой человек Уолтер Альварес, который со временем изменит мир науки совсем в другом отношении.

Что касается собственно геологии, ее катаклизмы только-только начались, и именно юный Альварес способствовал началу этого процесса.

IV
ОПАСНАЯ ПЛАНЕТА

История любой отдельной части Земли, подобно жизни солдата, состоит из долгих периодов скуки и коротких мгновений ужаса.

Британский геолог Дерек В. Элджер

13
БА-БАХ!

Жители городка Мэнсон в штате Айова давно знали, что у них под землей происходит что-то странное. В 1912 году рабочий, буривший скважину для городского водопровода, сообщил, что на поверхность поднимается значительное количество необычно деформированной породы — как позднее говорилось в официальном сообщении, «осколки кристаллических пород, вплавленные в жильную породу» и «выброшенные и перевернутые плоские куски пород». Вода тоже была необычной. Она была мягкая, почти как дождевая. Раньше в Айове никогда не находили природной мягкой воды.

Хотя необычные горные породы и мягкая вода вызвали удивление, пройдет сорок один год, прежде чем там, в городке на северо-западе штата с двухтысячным, как и ныне, населением, появится группа исследователей из Университета Айовы. В 1953 году пробурив серию экспериментальных скважин, университетские геологи сошлись во мнении, что место действительно представляет собой аномалию, и объяснили деформацию пород каким-то древним точно не установленным вулканическим воздействием. Это заключение соответствовало уровню знаний того времени, но при этом было настолько далеким от истины, насколько только может быть геологическое заключение.

Травма, причиненная геологии Мэнсона, была нанесена не из недр Земли, а по крайней мере с расстояния сотни миллионов миль от нее. В какой-то момент в очень далеком прошлом, когда Мэнсон стоял на краю мелководного моря, камень диаметром около двух километров и массой десять миллиардов тонн, летевший со скоростью, возможно, в двести раз превышавшей скорость звука, распорол атмосферу и внезапно врезался в Землю с силой, которую едва ли можно представить. Место, на котором теперь стоит Мэнсон, моментально превратилось в яму глубиною в пять километров и более 30 километров в диаметре. Известняк, в других местах дающий Айове жесткую минерализованную воду был уничтожен, и его заменили принявшие на себя удар породы литосферного фундамента, так поразившие бурильщика в 1912 году.

Мэнсонское столкновение было самым крупным событием, когда-либо имевшим место на материковой части Соединенных Штатов среди всех видов событий за все время ее существования. Образовавшийся кратер был таким огромным, что стоя на одной его стороне, даже в ясный день нельзя было увидеть другую. Большой Каньон в сравнении с ним выглядит изящным пустячком. К разочарованию любителей зрелищ за два с половиной миллиона лет ледники, пересекавшие материк, доверху заполнили мэнсонский кратер валунами и глиной, а затем гладко выровняли, так что сегодня ландшафт у Мэнсона и на много миль вокруг него плоский, как стол. Потому-то, разумеется, никто никогда и не слыхал о мэнсонском кратере.

В мэнсонской библиотеке вам с радостью покажут подборку газетных статей и ящик с кернами, оставшимися от буровых работ 1991–1992 годов — им просто не терпится показать, — но вам нужно попросить. Постоянной выставки нет, да и в городе нигде нет исторических указателей.

Для большинства жителей Мэнсона самым большим событием был торнадо, пронесшийся по Главной улице в 1979 году и разрушивший торговый квартал. Одно из преимуществ окружающего город открытого пространства заключается в том, что опасность видна издалека. Почти все население собралось на одном конце Главной улицы и полчаса следило за приближавшимся смерчем, надеясь, что он повернет. Увидев, что этого не произошло, жители благоразумно разбежались. Увы, четверо бежали недостаточно быстро и погибли. Теперь каждый июнь в Мэнсоне неделю отмечают так называемые Кратерные дни, задуманные для

того, чтобы помочь людям забыть об этой печальной годовщине. Вообще-то они не имеют никакого отношения к кратеру. Никто не нашел способа нажить капитал на месте столкновения, которого не видно.

«Очень редко приезжают люди и спрашивают, где можно посмотреть кратер, и нам приходится отвечать, что смотреть нечего, — говорит местный библиотекарь Анна Шлапколь. — И тогда они разочарованно уезжают». Однако большинство людей, включая и жителей Айовы, никогда не слыхали о мэнсонском кратере. Даже у геологов он едва удостаивается постраничного примечания. Но на короткое время в 1980-х годах Мэнсон был для геологов самым интересным местом на Земле.

Завязка истории относится к началу 1950-х годов, когда сообразительный молодой геолог Юджин Шумейкер побывал у метеоритного кратера в Аризоне. Сегодня этот метеоритный кратер — самое известное место падения метеорита на Земле и популярная туристическая достопримечательность. Правда, в то время там было мало посетителей, и его часто называли кратером Барринджера, по имени состоятельного горного инженера Даниэла М. Барринджера, застолбившего этот участок в 1903 году. Барринджер считал, что кратер образовался в результате падения метеорита массой 10 миллионов тонн с большим содержанием железа и никеля и весьма надеялся разбогатеть, выкопав его. Не подозревая, что все содержимое метеорита испарилось при ударе, он потратил свое состояние и двадцать шесть лет жизни на прокладку туннеля, который ничего не дал.

По нынешним критериям, исследования кратеров в начале 1900-х годов были несколько упрощенными, если не сказать больше. Первый видный исследователь, Г. К. Гильберт из Колумбийского университета, моделировал воздействие ударов, бросая детские стеклянные шарики в миски с овсянкой. (По причинам, которые я не смог выяснить, Гильберт проводил свои опыты не в лаборатории Колумбийского университета, а в гостиничном номере.) Как бы то ни было, из этих опытов Гильберт заключил, что лунные кратеры действительно образовались в результате столкновений — что само по себе было довольно радикальным для того времени мнением, — но не земные. Большинство ученых не хотели заходить так далеко. Для них лунные кратеры были свидетельствами активности древних вулканов, не более того. Немногие оставшиеся на Земле кратеры (большинство постепенно подверглось эрозии) обычно объяснялись другими причинами или же рассматривались как редко встречающиеся случайные явления.

Во время появления Шумейкера расхожим было мнение, что Аризонский метеоритный кратер образовался в результате подземного парового взрыва. Шумейкер ничего не знал о подземных паровых взрывах — да и не мог знать: их не было в природе, — но он знал все о зонах распространения ударных волн. Одной из его первых работ по окончании колледжа было изучение взрывных поясов на полигоне ядерных испытаний Юкка Флэте в Неваде. Он, как до него Барринджер, пришел к выводу, что нет никаких оснований предполагать вулканическую активность в Аризонском кратере, зато вокруг обнаруживалось огромное количество других пород — главным образом аномально чистых кремнеземов и магнетитов, — которые указывали на удар из космоса. Заинтригованный находками, он в свободное время занялся этим вопросом.

Работая сначала вместе со своей сотрудницей Элеанор Хелин, а затем со своей женой Кэролин и коллегой по работе Дэвидом Леви, Шумейкер начал систематичное обследование внутренней части Солнечной системы. Каждый месяц они проводили неделю в Паломарской обсерватории в Калифорнии, отыскивая объекты, в первую очередь астероиды, траектории которых пересекались с орбитой Земли.

«Когда мы начинали, за все время астрономических наблюдений было открыто чуть больше дюжины таких тел, — через несколько лет вспоминал Шумейкер в телевизионном интервью. —

В двадцатом веке астрономы, по существу, забросили Солнечную систему, — добавил он. — Их внимание было обращено к звездам, к галактикам».

Шумейкер с коллегами обнаружили, что Солнечная система таит в себе значительные опасности, намного более серьезные, чем когда-либо представляли.

Астероиды, как многим известно, — это каменистые тела, вращающиеся в довольно разреженном поясе между Марсом и Юпитером. На иллюстрациях они всегда изображаются беспорядочной плотной кучей, но на самом деле Солнечная система — это довольно просторное место и обычно астероид удален от ближайшего соседа примерно на полтора миллиона километров. Никто даже приблизительно не знает, сколько астероидов кувыркаются в межпланетном пространстве, но считается, что их может насчитываться не меньше миллиарда. Предполагают, что они должны были стать планетой, но так и не стали из-за тяготения Юпитера, мешавшего — и мешающего — им слиться.

Когда астероиды были впервые открыты в 1800-х годах — самый первый был обнаружен в первый день века сицилийцем Джузеппе Пиацци, — их сочли за обычные планеты и первые два получили названия Церера и Паллада. Только дотошный анализ астронома Уильяма Гершеля позволил определить, что они намного меньше планет. Гершель назвал их астероидами — по латыни «звездоподобными», что тоже несколько неудачно, поскольку они совсем не похожи на звезды. Теперь иногда их более точно называют планетоидами.

В 1800-х годах поиск астероидов стал популярным занятием, и к концу столетия их насчитывалось около тысячи. Проблема заключалась в том, что никто не вел систематического учета. К началу 1900-х годов часто бывало невозможно определить, является ли попавший в поле зрения астероид новым или же одним из замеченных раньше, а потом потерянных. К тому же в то время астрофизика продвинулась настолько далеко, что мало кто из астрономов выражал желание посвятить жизнь таким приземленным вещам, как каменистые планетоиды. Лишь немногие вообще проявляли хоть какой-то интерес к Солнечной системе, и в их числе уроженец Голландии Джерард Койпер, именем которого назван пояс объектов за пределами орбиты Нептуна. Благодаря его работам в Обсерватории Мак-Дональда в Техасе, позднее продолженной другими астрономами в Центре малых планет в Цинциннати и в рамках проекта Spacewatch в Аризоне, длинный список утерянных астероидов постепенно сокращался, пока к завершению двадцатого века не остался единственный пропавший из известных астероидов — объект, обозначаемый 719 Альберт. Наблюдавшийся в последний раз в октябре 1911 года, он наконец после 89-летнего отсутствия был обнаружен в 2000 году.

Так что в смысле изучения астероидов двадцатый век, по существу, был всего лишь долгим упражнением в бухгалтерском учете. В самом деле, лишь в последние несколько лет астрономы начали подсчитывать и не упускать из виду сообщество астероидов. На июль 2001 года получили названия и идентифицированы 26 тысяч астероидов — половина из них в последние два года. Поскольку их предположительно насчитывается до миллиарда, подсчет явно еще только начинается.

В известном смысле это едва ли имеет значение. Идентификация астероида не делает его безопасным. Если даже каждый астероид в Солнечной системе получит имя и будет известна его орбита, никто не сможет сказать, какие пертурбации могут заставить его, кувыркаясь, лететь в нашу сторону. Мы еще не можем предсказать возмущения на поверхности собственной планеты. Пустите каменные глыбы свободно плавать в космическом пространстве, и вам никогда не узнать, как они себя поведут.[183]

Представьте, что орбита Земли — это своего рода автострада, на которой мы — единственный автомобиль, но которую регулярно переходят пешеходы, совсем не знающие, куда глядеть, прежде чем шагнуть с обочины. По крайней мере 90 процентов этих пешеходов нам

совершенно не известны. Мы не знаем, где они живут, когда начинают и заканчивают работу, как часто встречаются на нашем пути. Все, что мы знаем, так это то, что в каком-то месте через неопределенные промежутки времени они перебегают дорогу, по которой мы мчимся со скоростью более ста тысяч километров в час. Как заметил Стивен Остро[184] из Лаборатории реактивного движения: «Предположим, что вы можете нажать кнопку и осветить все пересекающиеся с орбитой Земли астероиды диаметром более 10 метров; тогда в небе появится больше ста миллионов таких тел». Словом, вы увидите не пару тысяч далеких мерцающих звезд, а миллионы и миллионы куда более близких беспорядочно движущихся тел, «способных столкнуться с Землей и двигающихся по небу разными путями и с разной скоростью. Ощущение было бы не из приятных». Что ж, можете волноваться — они тут. Их просто не видно.

Считается — хотя это всего лишь предположение, основанное на экстраполировании частоты появления кратеров на Луне, — что нашу орбиту регулярно пересекают около двух тысяч достаточно крупных астероидов, способных угрожать существованию цивилизации. Но даже небольшой астероид — скажем, размером с дом — мог бы уничтожить целый город. Количество таких «малышек» на орбитах, пересекающихся с орбитой Земли, почти наверняка достигает сотен тысяч, а возможно, и миллионов, и их почти невозможно отследить.

Первый обнаружили лишь в 1991 году. Он получил обозначение 1991 BA и был замечен уже после того, как пролетел на расстоянии 170 тысяч километров от Земли — по космическим меркам, равносильно тому, как если бы пуля прошила рукав, не задев руки.[185] Двумя годами позже другой астероид, чуть покрупнее, прошел мимо нас в 145 тысячах километров — самое близкое из отмеченных прохождений. Его тоже не видели, пока он не пролетел, и он мог бы упасть на Землю без предупреждения.[186] Как пишет Тимоти Феррис в журнале «Нью-Йоркер», такие близкие промахи, возможно, случаются два-три раза в неделю и остаются незамеченными.

Тело в сотню метров в поперечнике нельзя увидеть в наземный телескоп, пока ему не останется лететь до нас всего несколько дней, да и то если телескоп будет случайно наведен на него, что маловероятно, потому что даже теперь людей, ищущих такие тела, не так уж много. Обычно приводят такое западающее в память сопоставление: людей, активно занимающихся поисками астероидов, во всем мире не больше числа занятых в одном типичном ресторане «Макдоналдс». (Ныне фактически несколько больше. Но не намного.)

В то время как Юджин Шумейкер пытался привлечь внимание людей к потенциальным опасностям внутри Солнечной системы, в Италии благодаря работе одного молодого геолога из лаборатории Лэмонта Догерти при Колумбийском университете без большого шума развертывалось еще одно исследование, на первый взгляд абсолютно не связанное с астероидами. В начале 1970-х годов Уолтер Альварес проводил полевые съемки в симпатичном ущелье Боттачионе, близ горного городка Губбио в Умбрии, когда его любопытство привлекла узкая полоска красноватой глины, разделявшая два древних слоя известняка — один из мелового периода, другой из третичного. Эта точка известна в геологии под названием КТ-границы* и соответствует времени 65 миллионов лет назад, когда останки динозавров и примерно половины других видов животных внезапно исчезают из состава ископаемых. Альвареса заинтересовало, с чем же таким связана эта тонкая прослойка глины, всего в 6 миллиметров толщиной, что было способно вызвать столь драматический момент в истории Земли.

--

** (Это обозначение происходит от названий двух периодов — мелового и следующего за ним третичного. Меловой период называется Cretaceous. Однако в названии использована буква «К», поскольку «С» уже занята для обозначения кембрийского (Cambrian) периода. Выбор буквы «К» в разных источниках аргументируют ссылками на греческое название мелового периода*

(kreta) или на немецкое (Kreide). И то и другое в переводе означает «мел», что соответствует меловому периоду.)

В то время обычные представления о вымирании динозавров не отличались от тех, которые существовали сотней лет раньше, во времена Чарлза Лайеля, — а именно, что динозавры вымирали на протяжении миллионов лет. Но незначительная толщина глиняной прослойки наводила на мысль, что в Умбрии, а возможно, и в других местах, произошло нечто более внезапное. К сожалению, в 1970-х годах не существовало способов определить, сколько потребовалось времени для образования подобного отложения.

При обычном ходе вещей Альварес почти наверняка оставил бы проблему; но, к счастью, рядом оказался способный помочь самый близкий человек, занимавшийся другой областью науки, — его отец Луис. Луис Альварес был знаменитым физиком; в предыдущем десятилетии получил Нобелевскую премию в области физики. Он всегда чуть снисходительно относился к привязанности сына к камням, но данная проблема заинтриговала и его. Ему пришло в голову, что ответ, возможно, лежит в космической пыли.

Ежегодно на Земле скапливается около 30 тысяч тонн космических сферул», попросту — космической пыли.

Это было бы довольно много, если смести ее в одну кучу, но бесконечно мало, когда она рассеяна по земному шару. В эту тонкую пыль вкраплены экзотические элементы, которых не так уж много находят на Земле. Среди них такой элемент, как иридий, которого в космосе в тысячу раз больше, чем в земной коре (потому что, как считают, большая часть земного иридия погрузилась в ядро, когда планета была молодой).

Луис Альварес знал, что один из его коллег, работавший в лаборатории Лоуренс Беркли в Калифорнии, Фрэнк Асаро, разработал способ очень точного измерения химического состава глин, с использованием процесса, называемого *нейтронной активацией*. Этот процесс включает бомбардировку нейтронами образцов в небольшом ядерном реакторе и тщательный подсчет испускаемых гамма-квантов — чрезвычайно тонкая и кропотливая работа. До этого Асаро применял этот метод, исследуя гончарные изделия. Но Альварес рассудил, что если измерить количество одного из экзотических элементов в образцах его сына и сравнить с ежегодным темпом отложения, то можно узнать, сколько времени потребовалось для формирования образцов. Октябрьским днем 1977 года Луис и Уолтер Альваресы навестили Асаро и уговорили его провести для них необходимые исследования.

Просьба действительно граничила с нахальством. Они просили Асаро потратить месяцы на кропотливые измерения геологических образцов лишь для того, чтобы подтвердить казавшееся с самого начала очевидным — что тонкий слой глины образовался за время, на которое указывала его толщина. Никто, естественно, не ожидал от исследования каких-либо поразительных открытий.

«Должен сказать, они были прелестны и умели убеждать, — вспоминал Асаро в разговоре в 2002 году. — Предложение показалось мне интересным, и я согласился попробовать. К сожалению, на руках было много работы, и я смог взяться за дело лишь через восемь месяцев. — Он сверился с записями того времени. — 21 июня 1978 года в 1.45 пополудни мы поместили образец в прибор. Он проработал 224 минуты, и мы увидели, что получаются интересные результаты, так что мы остановили работу и взглянули на итоги».

Результаты оказались настолько неожиданными, что трое ученых сначала подумали, что ошиблись. Содержание иридия в образце Альвареса более чем в 300 раз превышало нормальный уровень — намного больше всего, что можно было предсказать. В последующие месяцы Асаро со своей коллегой Хелен Майкл работали до тридцати часов к ряду исследуя образцы («Стоит

начать — и уже невозможно остановиться», — пояснил Асаро), и не изменно с теми же результатами. Пробы других образцов из Дании, Испании, Франции, Новой Зеландии, Антарктиды показывали, что содержание иридия было очень высоким во всем мире и порой превышало нормальный уровень в пятьсот раз. Ясно, что причиной такого захватывающего подскока могло быть что-то значительное и внезапное, возможно, катастрофическое.

После долгих размышлений Альваресы пришли к заключению, что самое вероятное объяснение — во всяком случае, для них — заключалось в том, что в Землю ударился либо астероид, либо комета.

Мысль, что Земля время от времени может подвергаться разрушительным ударам, не так уж нова, как полагают ныне. Еще в 1942 году такую возможность высказал на страницах журнала *Popular Astronomy* («Популярная астрономия») астрофизик из Северо-западного университета Ральф Б. Болдуин. (Он опубликовал статью там, потому что ни одно научное издание не соглашалось ее печатать.) По крайней мере еще двое видных ученых, астроном Эрнст Ёпик и химик, нобелевский лауреат Гарольд Юри, также в разное время высказывались в поддержку этой точки зрения. Даже палеонтологи не оставили ее без внимания. В 1956 году профессор университета штата.

Орегон М. У. де Лаубенфельз в публикации в *Journal of Paleontology* («Палеонтологический журнал») фактически предвосхитил теорию Альвареса, высказав мысль, что динозаврам был, возможно, нанесен смертельный удар из космоса. А в 1970 году президент Американского палеонтологического общества Дьюи Дж. Макларен на ежегодной конференции высказался в пользу возможности того, что причиной более раннего события, известного как фраснское вымирание, был удар внеземного тела.

Словно бы подчеркивая, что идея уже давно не нова, одна голливудская студия в 1979 году даже поставила фильм, назвав его «Метеор» («Пять миль в поперечнике… Приближается со скоростью 30 тысяч миль в час — и негде укрыться!»), с Генри Фонда, Натали Вуд, Карлом Малденом и внушительных размеров камнем в главных ролях.

Так что, когда в первую неделю 1980 года Альваресы на заседании Американской ассоциации содействия развитию науки объявили о своем убеждении, что вымирание динозавров не тянулось миллионы лет и не было частью неумолимого медленного процесса, а явилось результатом одиночного явления взрывного характера, это сообщение не должно было никого шокировать.

Но шокировало. Повсюду, и особенно среди палеонтологов, оно было воспринято как возмутительная ересь.

«Видите ли, не следует забывать, — вспоминает Асаро, — что мы в этом деле считались дилетантами. Уолтер был геологом, специализировавшимся в области палеомагнетизма, Луис физиком, а я был химиком-ядерщиком. И мы посмели говорить палеонтологам, что решили проблему, которая ускользала от них больше столетия. Неудивительно, что они не спешили принять нас с распростертыми объятиями». — «Нас поймали за тем, что мы занимались геологией, не имея лицензии», — пошутил Луис Альварес.

Но в импактной теории[187] было еще нечто куда более отталкивающее. Убеждение, что происходящие на Земле процессы носили постепенный характер, было основополагающим для естественной истории еще со времен Лайеля. К 1980-м годам катастрофизм так давно вышел из моды, что стал попросту немыслим. Как заметил Юджин Шумейкер, для большинства геологов идея об опустошительном столкновении «шла вразрез с их научной религией».

Не способствовало признанию и то, что Луис Альварес не скрывал своего пренебрежительного отношения к палеонтологам и к их вкладу в научное познание. «Среди них нет действительно хороших ученых. Это скорее собиратели почтовых марок», — писал он в

«Нью-Йорк таймс», в статье, которая по сию пору не утратила яда.

Противники теории Альвареса предлагали сколько угодно альтернативных объяснений отложениям иридия, например, что они вызваны продолжительными извержениями вулканов в Индии, ныне носящими название деканские траппы («трапп» происходит от шведского названия определенного вида лавы; «Декан» — нынешнее название географического района), но главным образом напирали на отсутствие доказательств, что динозавры внезапно исчезли из числа ископаемых животных именно в отмеченный иридиумом разграничительный период. Одним из самых решительных противников импактной теории был Чарлз Оффисер из Дартмурского колледжа. Он настаивал, что иридий откладывался в результате вулканической деятельности, в то же время признавая в газетном интервью, что фактически не имеет доказательств этого. Даже в 1988 году более половины всех опрошенных американских палеонтологов были по-прежнему убеждены, что столкновение с астероидом или кометой не имело никакого отношения к динозаврам.

Единственное, что могло убедительно подтвердить теорию Альваресов, было место столкновения, но это было единственное доказательство, которым они не располагали. И тут на сцену выходит Юджин Шумейкер. В Айове у Шумейкера была родственница — невестка, преподававшая в университете этого штата, — а Мэнсонский кратер был ему давно знаком по собственным работам. Благодаря Шумейкеру все взоры обратились теперь к Айове.

Ремесло геолога сильно меняется от места к месту. В Айове, штате равнинном и стратиграфически небогатом событиями, это дело сравнительно спокойное. Ни тебе альпийских пиков или скрежещущих ледников, ни огромных залежей нефти или благородных металлов, ни намека на изливающуюся лаву. Если вы служите геологом в штате Айова, большая часть вашего времени уходит на оценку «планов утилизации навоза», которые должны периодически представлять все «владельцы стойловых помещений» штата — по-нашему, хозяева свиноферм. В Айове пятнадцать миллионов свиней, так что приходится перерабатывать уйму навоза. Я ничуть не насмехаюсь — это жизненно важный и благородный труд; он сохраняет от загрязнения водоемы Айовы, — но при самых лучших намерениях это все же совсем не то, что увертываться от вулканических бомб на горе Пинатубо или карабкаться по расщелинам ледника в Гренландии в поисках кристаллов с останками древних живых существ. Так что можно представить возбуждение, охватившее сотрудников Департамента природных ресурсов Айовы, когда в середине 1980-х годов внимание геологов мира сосредоточилось на Мэнсоне и его кратере.

Траубридж-холл в Айова-сити — это относящаяся к началу прошлого века громадина из красного кирпича, вмещающая факультет наук о Земле Университета Айовы и — где-то высоко, чуть ли не на чердаке, — Департамент природных ресурсов Айовы с его геологами. Сегодня никто не может толком вспомнить, когда и уж тем более почему геологов штата поместили в здании факультета, но у меня создалось впечатление, что место им выделяли неохотно — кабинеты тесные, с низкими потолками, и в них не так легко попасть. Когда показывают туда дорогу, то кажется, что тебя, того и гляди, приведут на край крыши или помогут влезть через окно.

Рей Андерсон и Брайен Витцке провели свою трудовую жизнь здесь, среди беспорядочных груд бумаги, журналов, свернутых карт и увесистых образцов пород. (Геологам не приходится искать пресс-папье.) Если вам здесь нужно что-нибудь достать — лишний стул, кофейную чашку, зазвеневший телефон, — то придется перекладывать разбросанные кругом кучи документов.

«Мы вдруг оказались в центре событий», — расплываясь в улыбке при воспоминании об этом, рассказывал Андерсон, когда я встретился с ним и Витцке одним дождливым июньским утром. — Замечательное было время».

Я спросил их о Юджине Шумейкере, человеке, который, кажется, пользуется всеобщим уважением. «О, это был мировой мужик, — не задумываясь ответил Витцке. — Если бы не он, все это дело и с места бы не сдвинулось. Даже при его поддержке потребовалось два года для того, чтобы все завертелось. Бурение — дело дорогое, тогда было около тридцати пяти долларов за фут, теперь больше, а нужно было идти вглубь на три тысячи футов».

«Иногда еще больше», — добавляет Андерсон.

«Иногда больше, — соглашается Витцке. — И в нескольких местах. Так что речь шла о куче денег. Куда больше, чем позволил бы наш бюджет».

В итоге, был начат совместный эксперимент Геологических служб Айовы и США.

«По крайней мере, мы *думали,* что совместный», — кисло усмехнувшись, заметил Андерсон.

«Для нас это стало хорошим уроком, — продолжал Витцке. — Все это время наука не могла похвастаться качеством — спешили обнародовать результаты, не выдерживавшие элементарной проверки. Один из таких случаев имел место на ежегодном собрании Американского геофизического союза в 1985 году где Гленн Айзетт и Ч. Л. Пиллмор из Геологической службы США объявили, что время образования Мэнсонского кратера совпадает с периодом вымирания динозавров. Это заявление привлекло значительное внимание прессы, но, к сожалению, оказалось чересчур поспешным. Более тщательная проверка данных показала, что мэнсонский удар не только был слишком невелик, но и произошел на девять миллионов лет раньше, чем надо».

Андерсон и Витцке впервые узнали об этой неудаче, прибыв на конференцию в Северной Дакоте. К ним подходили люди и, сочувственно глядя, произносили: «Слыхали о вашей потере», имея в виду кратер. Для обоих было новостью, что Айзетт и другие ученые из Геологической службы США только что огласили уточненные цифры, свидетельствовавшие, что мэнсонский метеорит в конечном счете не был тем телом, которое привело к вымиранию животных.

«Для нас это стало довольно серьезным потрясением, — вспоминает Андерсон. — Я хочу сказать, что мы занимались очень важным для себя делом, а потом вдруг оказались не у дел. Еще хуже было узнать, что люди, которые, как мы думали, с нами сотрудничали, не дали себе труда поделиться с нами новыми данными». — «Почему?»

Он пожал плечами: «Кто знает? Во всяком случае, начинаешь понимать, какой непривлекательной может стать наука, когда ты занимаешься ею на определенном уровне».

Поиски переместились в другие места. В 1990 году один из исследователей, Алан Хильдебранд из университета штата Аризона, познакомился с репортером из «Хьюстон кроникл», который, как оказалось, знал о большой непонятной кольцевой формации 193 км длиной и 48 км шириной, расположенной у мексиканского полуострова Юкатан, в Чиксулуб, близ городка Прогресо, примерно в 950 км точно к югу от Нового Орлеана. Формацию обнаружила мексиканская нефтяная компания «Пемекс» в 1952 году — по случайному совпадению, в том же году, когда Юджин Шумейкер впервые посетил метеоритный кратер в Аризоне, — но геологи компании в соответствии с духом времени пришли к заключению, что она вулканического происхождения. Хильдебранд поехал на место и быстро решил, что это именно тот кратер, что нужен. К началу 1991 года, почти ко всеобщему удовлетворению, было установлено, что Чиксулуб является местом падения метеорита.

И все же многие были не в состоянии представить, что может наделать столкновение. Как вспоминал в одном из своих очерков Стивен Джей Гоулд: «Помню, я поначалу питал глубокие сомнения относительно масштабов воздействия такого явления… Каким образом тело всего в 6 миль диаметром должно привести к таким опустошительным последствиям на планете диаметром 8 тысяч миль?»

Однако вскоре появилась удобная возможность проверить эту теорию, когда Шумейкеры и Леви открыли комету Шумейкеров — Леви 9, которая, как они скоро поняли, направлялась к Юпитеру. Впервые люди могли стать свидетелями столкновения в космосе — и хорошо разглядеть его благодаря новому космическому телескопу Хаббла. Большинство астрономов, по словам Кертиса Пиблза, ожидали немногого, особенно потому, что комета не являлась плотным шаром, а представляла собой цепочку из 21 осколка. «По-моему, — писал один астроном, — Юпитер проглотит эти кометы, даже не рыгнув». За неделю до столкновения журнал *Nature* поместил статью «Большая шутиха приближается», предсказывая, что столкновение не даст ничего, кроме метеорного дождя.

Столкновения начались 16 июля 1994 года, продолжались неделю и были намного сильнее, чем кто-либо — возможно, за исключением Юджина Шумейкера, — ожидал. Один фрагмент, обозначаемый буквой G, ударил с силой в 6 миллионов мегатонн — в 75 раз сильнее всего наличного ядерного оружия. Фрагмент G был размером лишь с небольшую гору, а раны на поверхности Юпитера были размером с Землю. Это стало последним ударом для критиков теории Альвареса.

Луису Альваресу не довелось узнать об открытии кратера Чиксулуб и о комете Шумейкеров — Леви — он умер в 1988 году. Шумейкер тоже умер рано. В третью годовщину столкновения с Юпитером он с женой находился в австралийской глубинке, куда ездил каждый год в поисках следов столкновений с космическими телами. На проселочной дороге в пустыне Танами — обычно самом безлюдном месте на Земле, — перевалив через небольшой подъем, они столкнулись со встречной машиной. Шумейкер скончался на месте, жена была ранена. Часть праха ученого отправили на космическом аппарате «Лунар Проспектор» на Луну. Оставшийся был рассеян над Аризонским метеоритным кратером.

У Андерсона и Витцке больше не было кратера, убившего динозавров, «но у нас пока еще самый большой и превосходно сохранившийся кратер ударного происхождения в материковой части Соединенных Штатов», — сказал Андерсон. (Для сохранения превосходной степени применительно к Мэнсону требуется известная словесная натяжка. Другие кратеры крупнее, особенно Чезапикский залив, который в 1994 году был признан местом столкновения с космическим телом; но они либо находятся на некотором расстоянии от берега, либо деформированы.) «Чиксулуб похоронен под 2–3 км известняка и большей частью расположен не на суше, что затрудняет его исследование, — продолжает Андерсон, — тогда как Мэнсон доступен гораздо лучше. Будучи скрыт под землей, он фактически сохранил сравнительно нетронутый вид».

Я спросил у них, за какое время мы получим предупреждение, если подобный кусок камня приблизится к нам сегодня.

«О, вероятно, ни за какое, — беззаботно заметил Андерсон. — Его не будет видно невооруженным глазом, пока он не нагреется, а это случится, когда он врежется в атмосферу, а это произойдет за секунду до удара о Землю. Речь идет о чем-то таком, что летит в десятки раз быстрее самой быстрой пули. Если его не увидит кто-нибудь в телескоп, в чем отнюдь нет уверенности, это событие застигнет нас врасплох».

Насколько сильным будет удар, зависит от множества параметров: от скорости и траектории; от того, каким будет столкновение — лобовым или по касательной; от массы и плотности ударяющего объекта и многого другого, — ни об одном из них мы не в состоянии узнать спустя много миллионов лет после события. Но что могут сделать ученые — и Андерсон с Витцке это сделали, — так это измерить место столкновения и вычислить количество выделившейся энергии. На этом основании они могут строить сценарии и оценивать, на что это было похоже, или — еще страшнее — на что это было бы похоже в наши дни.

Астероид (или комета), летящий с космической скоростью, вошел бы в земную атмосферу с такой быстротой, что воздух под ними не расступился бы, а сжался, как в велосипедном насосе. Те, кто пользовался таким насосом, знают, что при сжатии воздух быстро нагревается, и температура поднялась бы до 60 тысяч градусов по шкале Кельвина, что в десять раз выше температуры поверхности Солнца. В этот момент входа астероидов в атмосферу все на его пути — люди, дома, заводы, автомобили — сморщилось и сгорело бы, как целлофан в пламени.[188]

Через секунду после вхождения в атмосферу, там, где жители Мэнсона только что занимались своими делами, метеорит вонзился бы в земную поверхность. Сам метеорит моментально бы испарился, но взрывом выбросило бы тысячу кубических километров горных пород, почвы и чрезвычайно горячих газов. В радиусе 250 км все живое, еще не сгоревшее при падении космического тела, погибло бы от взрыва. Распространяющаяся с огромной скоростью первоначальная взрывная волна смела бы все на своем пути.

Для находящихся за пределами зоны моментального опустошения первым признаком катастрофы стала бы ослепительная вспышка, небывало яркая для человеческого глаза, за которой в течение минуты-другой последовало бы невообразимо величественное апокалипсическое зрелище: вздымающаяся до небес, заполняющая все видимое пространство и мчащаяся со скоростью тысяч км/ч клубящаяся стена тьмы. Ее приближение было бы ужасающе беззвучным, поскольку она будет надвигаться намного быстрее звука. Если кто, случись, взглянул бы в том направлении из высокого здания, скажем, в Омахе или Де-Мойне, то увидел бы надвигающуюся странную пелену хаоса, за которой наступило бы вечное забытье.

В считанные минуты на пространстве от Денвера до Детройта, включая то, что когда-то было Чикаго, Сент-Луисом, Канзас-сити, Миннеаполисом с Сент-Полом — словом, на всем Среднем Западе почти все стоящие предметы были бы сровнены с землей или загорелись, а почти все живое погибло. В пределах 1500 км людей посбивало бы с ног или иссекло тучами летящих предметов. За пределами 1500 км разрушения от взрыва постепенно уменьшались бы.

Но это только первоначальная ударная волна. Никто не может пойти дальше догадок, каким был бы общий ущерб. Ясно только, что он был бы стремительным и глобальным. Удар почти наверняка вызвал бы серию опустошительных землетрясений. По всей планете начали бы громыхать и извергаться вулканы. Поднялись бы, направляясь к далеким берегам, разрушительные цунами. В течение часа Землю накрыло бы черное облако, повсюду разлетались бы горящие обломки, предавая огню большую часть планеты. Предполагается, что к концу первого дня погибло бы по крайней мере полтора миллиарда человек. Сильные помехи в ионосфере повсюду вывели бы из строя средства связи, так что оставшиеся в живых не имели бы представления, что происходит в других местах и куда податься. Впрочем, вряд ли это имело бы значение. Как отметил один комментатор, бежать означало бы «предпочесть быстрой смерти медленную. Любые возможные переселения мало повлияли бы на масштабы гибели, ибо способность Земли поддерживать жизнь повсеместно сократилась бы».

Поднявшиеся после удара и последовавших за ним пожаров тучи сажи и пепла на много месяцев, а возможно, и лет, заслонили бы солнце, нарушив цикл развития растений. В 2001 году ученые Калифорнийского технологического института исследовали изотопы гелия, взятые из осадочных пород на границе мелового и третичного периодов, и пришли к выводу, что столкновение воздействовало на климат Земли около 10 тысяч лет. Это свидетельствует в пользу представления о том, что вымирание динозавров произошло быстро и неожиданно, если судить по геологическим меркам. Мы можем только догадываться, насколько успешно человечество справится, и справится ли, с подобным явлением.

И не забывайте, что, по всей вероятности, это произошло бы без предупреждения, как гром

с ясного неба.

Но предположим, что мы увидели приближение такого объекта. Что бы мы предприняли? Все предполагают, что мы запустили бы ядерную боеголовку и разнесли его вдребезги. Однако в связи с этой идеей возникает ряд проблем. Во-первых, как отмечает Джон С. Льюис,[189] наши ракеты не предназначены для работы в космосе. У них не хватает силенок избавиться от притяжения Земли, а если бы даже хватило, нет устройств, чтобы провести их через миллионы километров космического пространства.[190] Еще меньше возможность послать корабль с космическими ковбоями, которые сделали бы за нас эту работу, как в фильме «Армагеддон». У нас больше нет ракеты, достаточно мощной, чтобы послать людей даже на Луну. Последняя способная на это ракета «Сатурн-5» давно отправлена на покой, так и не получив замены. Не можем мы быстро создать и новую, потому что, как ни поразительно, в ходе генеральной уборки в НАСА были уничтожены чертежи пусковых установок для ракеты «Сатурн».

Если бы нам даже каким-то образом удалось попасть боеголовкой в астероид и разнести его на куски, остается возможность того, что мы просто получим серию каменных осколков, которые станут один за другим падать на нас наподобие кометы Шумейкеров — Леви, упавшей на Юпитер, с той разницей, что в данном случае осколки будут сильно радиоактивными.[191] Охотник за астероидами из университета Аризоны Том Герелс[192] считает, что даже предупреждения за год возможно будет недостаточно, чтобы принять соответствующие меры. Однако куда вероятнее, что мы не увидим объект — даже комету — раньше чем за шесть месяцев, что будет уже слишком поздно. Сближение кометы Шумейкеров — Леви 9 с Юпитером явно бросалось в глаза, начиная с 1929 года, но прошло больше половины столетия, прежде чем это заметили.

Из-за того, что движение этих объектов так трудно предвычислять и при этом возникают значительные погрешности, даже когда известно, что объект летит в нашу сторону, мы почти до конца — во всяком случае, до последней пары недель — не будем знать, неизбежно ли столкновение.[193] На протяжении почти всего периода приближения нам пришлось бы находиться в конусе неопределенности. Это наверняка были бы самые интересные несколько месяцев в мировой истории. А представьте празднование, если бы он благополучно пролетел мимо.

«Но как часто случаются явления, подобные мэнсонскому столкновению?» — уходя, спросил я Витцке и Андерсона. «О, в среднем раз в миллион лет», — ответил Витцке. «И не забывайте, — добавил Андерсон, — что это было относительно незначительное событие. Известно ли вам, сколько видов вымерло в связи с мэнсонским столкновением?» — «Ни малейшего представления». — «Ни одного, — со странным чувством удовлетворения произнес он. — Ни единого».

Разумеется, поспешили добавить Витцке и Андерсон, что, как они только что описали, на большей части планеты были бы ужасные разрушения и на много миль вокруг места падения все живое было бы полностью уничтожено. Но жизнь — явление стойкое, и, когда дым рассеялся бы, уцелело бы достаточно особей каждого вида, которым повезло, и ни один вид не исчез бы.

Хорошая новость, как представляется, состоит в том, что истребить вид — ужасно трудное дело. Плохая же новость в том, что никогда нельзя рассчитывать на хорошие новости. Что еще хуже, так это то, что не обязательно разыскивать приводящие в оцепенение опасности в космическом пространстве. Как мы вскоре увидим, Земля и без того полна угроз.

14
ОГОНЬ ПОД НОГАМИ

Летом 1971 года молодой геолог по имени Майк Вурхис вел изыскания в заросшей чертополохом местности на востоке Небраски недалеко от его родного городка Орчард. Проходя по дну глубокого оврага, он заметил что-то белевшее наверху в кустарнике и поднялся взглянуть. Там он увидел прекрасно сохранившийся череп молодого носорога, вымытый прошедшими недавно сильными дождями.

А в нескольких метрах от него, как оказалось, находилось самое необычное захоронение ископаемых остатков, когда-либо открытое в Северной Америке: высохший водоем, служивший общей могилой многим десяткам животных — носорогам, зебровидным лошадям, саблезубому оленю,[194] верблюдам, черепахам. Все погибли в результате загадочного катаклизма чуть менее 12 миллионов лет назад, в период, известный в геологии как миоценовый. В те дни Небраска располагалась на обширной жаркой равнине, очень похожей на Серенгети в нынешней Африке. Животных нашли похороненными под вулканическим пеплом трехметровой толщины. Загадка заключалась в том, что в Небраске никогда не было никаких вулканов.

Сегодня открытое Вурхисом место называется Эшфоллским парком захоронений ископаемых животных. Здесь есть новый центр для посетителей и музей с хорошо продуманными экспозициями по геологии Небраски и истории захоронений ископаемых животных. Центр включает лабораторию со стеклянной стеной, через которую посетители могут видеть палеонтологов, занятых очисткой скелетов. В то утро, когда я проходил мимо, в лаборатории в одиночестве работал веселый седоватый малый в синей спецовке, в котором я узнал Майка Вурхиса, теперь ведущего документальной программы «Горизонт» на Би-би-си. В Эшфоллском парке нет большого наплыва посетителей — он находится у черта на куличках, и Вурхис, похоже, был рад поводить меня по парку. Он провел меня на то место наверху шестиметрового откоса, где он обнаружил свою находку.

«Искать здесь кости было бессмысленным занятием, — весело начал он. — Но я-то костей не искал. В то время я собирался составить геологическую карту востока Небраски и, так сказать, просто бродил по окрестностям. Если бы я не поднялся по склону и если бы дождями не вымыло тот череп, то прошел бы мимо и всего этого никогда бы не нашли». Он жестом указал на крытый и огороженный участок, где ведутся основные раскопки. Там нашли лежавшие в беспорядке останки около двухсот животных.

Я спросил, в каком смысле он считает здешние места неподходящими для поисков костей. «Ну, если ищешь кости, то нужны обнажения пород. Вот почему большая часть палеонтологических раскопок ведется в жарких сухих местах. Не потому, что там больше костей. Просто там есть возможность их отыскать. А в таком окружении, — он широким жестом обводит безбрежную однообразную прерию, — не знаешь, где начать. Здесь, может быть, находится действительно великолепный материал, но на поверхности нет никаких подсказок, откуда начинать поиски».

Сначала считали, что животные были погребены живьем, и Вурхис в 1981 году в статье в *National Geographic* именно так и написал. «В статье место находок названо «Помпеями доисторических животных», — рассказывал он мне. — Названо неудачно, потому что вскоре мы поняли, что животные погибли не сразу. Все они страдали неким недугом, называемым гипертрофической пульмональной остеодистрофией,[195] который возникает при вдыхании большого количества твердых абразивных частиц, а они, должно быть, вдыхали очень много, потому что на сотни миль вокруг слой пепла достигал толщины в несколько футов». Вурхис

поднял комок сероватой глинистой породы и раскрошил ее мне в руку. Порошкообразная порода, но с острыми песчинками. «Гадкая штука, если приходится вдыхать, — продолжал он, — потому что очень тонкая, но к тому же довольно острая, режущая. Видимо, они приходили сюда на водопой, ища облегчения, а вместо этого в мучениях гибли. Пепел, видимо, погубил все. Похоронил под собой всю траву, покрыл каждый листок и превратил воду в негодную для питья бурую жижу. Совсем негодную».

В документальной программе «Горизонт» говорилось, что наличие такого количества пепла в Небраске явилось неожиданностью. На самом же деле о громадных залежах пепла в Небраске было известно давно. На протяжении почти сотни лет его добывали для изготовления хозяйственных чистящих порошков типа «Комет» или «Аякс». Но, как ни странно, никому не приходило в голову поинтересоваться, откуда взялся весь этот пепел.

«Неловко признаться, — смущенно улыбнулся Вурхис, — но я сам впервые подумал об этом, когда меня спросил об этом редактор *National Geographic,* и мне пришлось сознаться, что я не знаю. Никто не знал».

Вурхис разослал образцы коллегам во все западные штаты с просьбой сообщить, нет ли у них чего-нибудь похожего. Несколько месяцев спустя с ним связался геолог из Геологической службы Айдахо Билл Бонничсен и рассказал, что пепел соответствует вулканическим отложениям у местечка Бруно-Джарбридж на юго-западе Айдахо. Явлением, которое убило животных на равнинах Небраски, было извержение вулкана невиданных ранее масштабов — такое, что покрыло трехметровым слоем пепла территорию на расстоянии за 1600 км от него, на западе Небраски. Оказалось, что под западной частью Соединенных Штатов находился гигантский магматический котел, колоссальный вулканический очаг, катастрофически извергавшийся примерно каждые шестьсот тысяч лет. Последнее такое извержение было чуть больше шестисот тысяч лет назад. Очаг остается на месте. Сегодня мы называем его Йеллоустонским национальным парком.

Мы поразительно мало знаем, что происходит у нас под ногами. Страшно подумать, что Форд стал производить автомобили, а Нобелевский комитет стал присуждать премии за долго до того, как мы узнали, что у Земли есть ядро. Да и идея, что материки плавают по поверхности, как листья кувшинок, стала общепризнанной меньше чем поколение назад. «Как ни странно, — писал Ричард Фейнман, — мы разбираемся в распределении вещества внутри Солнца куда лучше, чем во внутреннем строении Земли».

Расстояние от поверхности до центра Земли равно 6370 км, что не так уж много. Подсчитано, что если выкопать колодец до центра и бросить в него кирпич, то он долетит до дна всего за 45 минут (хотя в этой точке он будет невесомым, поскольку вся тяжесть Земли будет не внизу, а наверху и вокруг[196]). Наши попытки продвинуться в направлении центра были поистине скромными. В Южной Африке один или два золотых рудника достигают глубины более 3 км, а глубина большинства шахт и рудников на Земле не превышает 400 м. Если бы планета была яблоком, мы бы даже не проткнули бы кожуру. На самом деле мы бы даже не приблизились к этому.

Чуть меньше ста лет назад самые осведомленные ученые умы знали о недрах Земли не намного больше шахтера — а именно, что на какое-то расстояние вы углубляетесь в грунт, а затем упираетесь в твердую породу, и на этом все. Затем в 1906 году ирландский геолог Р. Д. Олдхэм, изучая сейсмограммы землетрясения в Гватемале, заметил, что отдельные ударные волны проникали до определенной точки глубоко в Землю, а потом отражались под углом, словно встречали какое-то препятствие. Отсюда он сделал вывод, что Земля имеет ядро. Тремя годами позже хорватский сейсмолог Андрей Мохоровичич изучал диаграммы землетрясения в Загребе и отметил подобное необычное отклонение, но на меньшей глубине. Он открыл границу

между корой и слоем непосредственно под ней, мантией. С тех пор эта зона известна как поверхность Мохоровичича, или, для краткости, Мохо.

Так мы начинали получать смутное представление о слоистом внутреннем строении Земли — правда, действительно весьма смутное. Только в 1936 году датчанка Инге Леманн, изучая сейсмограммы землетрясений в Новой Зеландии, обнаружила, что существует два ядра: внутреннее, которое мы ныне считаем твердым, и внешнее (то самое, что обнаружил Олдхэм), которое считается жидким и, как полагают, является очагом магнетизма.

Как раз примерно в то время, когда Леманн, изучая сейсмические волны при землетрясениях, уточняла наши начальные представления о внутреннем строении Земли, двое геологов из компании «Калтекс» в Калифорнии разрабатывали способ сравнивать одно землетрясение с другим. Это были Чарлз Рихтер и Бено Гутенберг, хотя по причинам, не имеющим никакого отношения к справедливости, шкала почти сразу стала известна по имени одного Рихтера. (Рихтер тоже здесь был ни при чем. Будучи скромным человеком, он никогда не называл шкалу своим именем и всегда ссылался на нее как на «шкалу магнитуд».)

Не связанные с естественными науками люди в большинстве своем имеют неверное представление о шкале Рихтера, хотя теперь посетители, возможно, чуть реже просят показать знаменитую шкалу Рихтера, полагая ее чем-то вроде линейки. Разумеется, шкала — это скорее понятие, чем вещь, произвольная мера колебаний Земли, основанная на измерениях, сделанных на поверхности. Она возрастает экспоненциально, так что землетрясение магнитудой 7,3 в 32 раза мощнее, чем землетрясение магнитудой 6,3, и в 1000 раз мощнее, чем 5,3.[197]

По крайней мере, теоретически у землетрясений не бывает верхней границы, и уж коли так, то и нижней. Шкала просто служит мерой силы, но ничего не говорит о разрушениях. Землетрясение магнитудой 7 глубоко в мантии — скажем, на глубине 650 км, — возможно, не причинит никаких разрушений на поверхности, тогда как значительно более слабое, но на глубине 6–7 км, может вызвать огромные разрушения. Многое также зависит от характера залегания пород, продолжительности землетрясений, частоты и серьезности толчков, следующих за главным толчком, и от физического состояния пораженной землетрясением территории. Из всего этого вытекает, что самыми страшными не обязательно бывают самые сильные землетрясения, хотя сила, несомненно, значит очень много.

Крупнейшим землетрясением (в зависимости от источника, на который полагаются) после создания шкалы было или землетрясение, случившееся в марте 1964 года в заливе Принца Вильяма на Аляске, которое оценивали магнитудой 9,2, или то, что произошло в 1960 году в Тихом океане у побережья Чили, которому первоначально приписали магнитуду 8,6 балла, но позднее некоторые авторитетные органы (включая Геологическую службу США) пересмотрели ее в сторону повышения до поистине импозантной цифры в 9,5. Как вы теперь понимаете, измерение землетрясений не всегда отличается точностью, особенно когда приходится оценивать данные, полученные из отдаленных мест. Во всяком случае, оба землетрясения были чудовищными. Землетрясение 1960 года не только произвело обширные разрушения вдоль всего южно-американского побережья, но и вызвало гигантское цунами, которое прокатилось почти 10 тысяч миль по Тихому океану и смыло значительную часть городка Хило на Гавайских островах, где было уничтожено пятьсот зданий и погибло 60 человек. Еще больше жертв унесли волны в Японии и на Филиппинах.

Однако что касается в чистом виде разрушений, то, пожалуй, самым значительным землетрясением за весь период письменной истории было землетрясение, поразившее — и, по существу, полностью разрушившее — Лиссабон, столицу Португалии, в день Всех Святых (1 ноября) 1755 года. Как раз перед 10 часами утра город потряс косой удар, по нынешним оценкам, силой 9,0 баллов; дикая тряска продолжалась целых 7 минут. Сила толчков была

такова, что вода отхлынула из порта и вернулась волной высотой более 15 метров, еще больше усугубив разрушения. Когда наконец тряска прекратилась, оставшиеся в живых получили всего три минуты покоя, после чего последовал второй удар, лишь чуть слабее предыдущего. В итоге погибло 60 тысяч человек, и практически все здания на много миль вокруг превратились в руины. Для сравнения: землетрясение в Сан-Франциско 1906 года, оценивающееся по шкале Рихтера в 7,8 балла, продолжалось менее 30 секунд.

Землетрясения — явления довольно обычные. Ежедневно где-нибудь в мире происходит пара землетрясений силой 2 балла и больше — достаточных, чтобы находящиеся поблизости получили приличную встряску.[198] Хотя землетрясения имеют тенденцию группироваться в определенных местах — особенно в поясе, окружающем Тихий океан, — они случаются почти всюду. В Соединенных Штатах только Флорида, восток Техаса да северная часть Среднего Запада — пока что — почти полностью от них избавлены. В Новой Англии за последние 200 лет было 2 землетрясения силой 6,0 баллов или больше. В апреле 2002 года этот район пережил землетрясение силой 5,1 балла близ озера Чемплейн на границе штатов Нью-Йорк и Вермонт, причинившее множество разрушений местного характера, когда (могу засвидетельствовать) даже в Нью-Гемпшире картины падали со стен, а дети с кроваток.

Самыми распространенными типами землетрясений являются те, что возникают в местах встречи двух тектонических плит, как в Калифорнии вдоль разлома Сан-Андреас. По мере того как плиты напирают друг на друга, давление нарастает, пока одна или другая не уступит. Вообще говоря, чем дольше интервал между землетрясениями, тем сильнее сдерживаемое давление и тем больше вероятность, что встряска будет действительно сильной. Особая причина для беспокойства есть у Токио, про который Билл Макгуайр,[199] специалист по стихийным бедствиям из Лондонского университетского колледжа, говорит, что это «город, ожидающий гибели» (слоган, который вряд ли найдешь на туристских листовках). Токио стоит на стыке трех тектонических плит, к тому же в стране, уже известной своей сейсмической нестабильностью. Как помните, в 1995 году город Кобэ, находящийся почти в 500 км к востоку от столицы, поразило землетрясение силой 7,2 балла. Тогда погибло 6394 человека, а ущерб оценивался в 99 млрд долларов. Но это ничто — ну, или, скажем, относительно немного — в сравнении с тем, что может ожидать Токио.

Токио уже пострадал от одного из самых разрушительных землетрясений нашего времени. 1 сентября 1923 года как раз перед полуднем город подвергся землетрясению, более чем в 10 раз превосходившему землетрясение в Кобэ. Погибло 200 тысяч человек. С тех пор в Токио наблюдается смешанное со страхом спокойствие; а напряжение под поверхностью уже 80 лет нарастает. В конечном счете оно обязательно вырвется наружу. В 1923 году население Токио составляло около 3 миллионов человек. Сегодня оно приближается к тридцати миллионам. Никто не собирается строить прогнозы, сколько людей может погибнуть, но оценка возможных экономических потерь достигает 7 трлн долларов.

Еще более тревожные сигналы, из-за своей необъяснимости и непредсказуемости, подают редкие толчки, известные как внутриплитные землетрясения. Они происходят далеко от краев плит, что делает их совершенно непрогнозируемыми. Поскольку они зарождаются на куда более значительной глубине, им свойственно распространяться на более обширные области. Наиболее известной из когда-либо поразивших территорию Соединенных Штатов была серия из трех таких толчков в Нью-Мадриде, штат Миссури, зимой 1811–1812 годов. Неожиданности начались сразу после полуночи 16 декабря, когда людей сначала разбудил рев напуганного до смерти скота (беспокойное поведение животных перед землетрясениями — это не бабушкины сказки, а установленный, хотя и непонятный факт), а затем из недр земли раздался могучий разрывающий душу гул. Выбегавшие из домов обитатели городка увидели, как земля перекатывается

метровыми волнами, обнажая трещины в несколько метров глубиной. Воздух наполнился едким запахом серы. Тряска продолжалась 4 минуты, вызывая обычные для таких случаев разрушения. Среди свидетелей был случайно оказавшийся там художник Джон Джеймс Одюбон.[200] Землетрясение распространялось вширь так активно, что разрушило дымовые трубы в Цинциннати на расстоянии 600 км, и, согласно по крайней мере одному описанию, «повредило суда в гаванях восточного побережья и… даже повалило строительные леса вокруг Капитолия в Вашингтоне, округ Колумбия». 23 января и 4 февраля последовали дальнейшие землетрясения сравнимой силы. С тех пор в Нью-Мадриде спокойно — неудивительно, потому что такого рода эпизоды никогда не повторяются в одном и том же месте. Насколько известно, такой удар так же непредсказуем, как удар молнии. Следующий может произойти под Чикаго, или под Парижем, или Киншасой. Никто не может даже предположить, что служит причиной этих огромных разрывов в середине плит? Что-то происходящее в недрах Земли. Больше об этом мы ничего не знаем.

К 1960-м годам ученые были изрядно разочарованы собственным невежеством относительно устройства земных недр, чтобы попытаться что-то предпринять. В частности, возникла мысль пробурить со дна океана (земная кора на материках слишком толстая) скважину до поверхности Мохо и достать кусочек мантии Земли, чтобы на досуге не спеша его изучить. Думали, что если разобраться в свойствах пород в недрах Земли, можно приблизиться к пониманию их взаимодействия и тем самым, возможно, научиться предсказывать землетрясения и другие нежелательные явления.

Проект почти сразу окрестили Mohole,[201] и он потерпел практически полный провал. План состоял в том, чтобы опустить бур на глубину 4 тысячи метров в Тихом океане у побережья Мексики и пробурить 5 тысяч метров породы в сравнительно тонкой земной коре. Бурить с корабля в открытом море, по словам одного океанографа, «все равно что спагетиной пытаться просверлить дырку в тротуаре Нью-Йорка с высоты Эмпайр стейт билдинг». Каждая попытка заканчивалась неудачей. Самая большая глубина, которую прошел бур, составила всего 180 метров. Так что Mohole стали называть No Hole.[202] В 1966 году из-за непрерывно возрастающих расходов и отсутствия результатов у Конгресса лопнуло терпение и он закрыл проект.

Четыре года спустя попытать счастья на суше решили советские ученые. Они выбрали место на Кольском полуострове недалеко от финской границы и принялись за работу, надеясь пробурить скважину на глубину 15 км. Работа оказалась тяжелее, чем ожидалось, но советские ученые отличались похвальным упорством. Когда на конец через 12 лет они оставили это занятие, было пробурено 12 262 метра. Принимая во внимание, что земная кора составляет лишь около 0,3 % объема планеты и что Кольская скважина не прошла даже трети толщины коры, мы вряд ли можем заявлять о покорении недр.

Но даже при этих скромных размерах скважины почти все их открытия удивили исследователей. Изучение сейсмических волн привело ученых к прогнозу, причем довольно уверенному, что до глубины 4700 метров они встретят осадочные породы, далее последует 2300 метров гранита, а ниже пойдет базальт. Фактически слой осадочных пород был наполовину глубже ожидавшегося, а базальтового слоя совсем не обнаружили. Более того, там, внизу, оказалось значительно жарче, чем ожидалось; на глубине 10 тысяч метров температура достигала 180 градусов по Цельсию — почти в два раза выше предсказывавшейся. Но самым удивительным было то, что порода на глубине была пропитана водой — это вообще считалось невероятным.

Поскольку мы не можем заглянуть внутрь Земли, чтобы узнать, что там находится, приходится прибегать к другим способам, большей частью изучать свойства волн, проходящих

через недра. Кое-что можно узнать о мантии по образованиям, называемым кимберлитовыми трубками, в которых формируются алмазы. Происходит следующее: глубоко в недрах Земли случается взрыв, который со сверхзвуковой скоростью выбрасывает на поверхность, по существу, заряд магмы. Явление это абсолютно непредсказуемое. Кимберлитовая трубка может вырваться наружу у вас во дворе, когда вы заняты чтением этой книги. Поскольку они вырываются с такой большой глубины — до 200 км, — кимберлитовые трубки выносят на поверхность такие вещества, которые обычно не найдешь на поверхности или вблизи нее: породу, называемую перидотитом, кристаллы оливина и — лишь изредка, в одной трубке из ста, — алмазы. С кимберлитовыми выбросами выходит много углерода, но большая его часть испаряется или превращается в графит. Только время от времени необходимая масса его выбрасывается в сочетании с нужной скоростью и временем остывания, что приводит к образованию алмазов. Именно такие трубки превратили Иоганнесбург в богатейший мировой алмазный центр. Однако могут существовать другие, еще более крупные трубки, о которых мы не знаем. Геологам известно, что где-то по соседству с северо-восточной частью Индианы имеются свидетельства существования трубки или группы трубок, которые могут быть поистине колоссальными. В разбросанных по всему району местах находили алмазы до 20 карат и даже больше. Но никто не обнаружил их источник. Как отмечает Джон Макфи,[203] он может быть похоронен под ледниковыми отложениями, наподобие мэнсонского кратера в Айове, или находится под Великими озерами.

Итак, что мы знаем о недрах Земли? Очень мало. В целом ученые сходятся во мнении, что мир под нами состоит из четырех слоев — твердой внешней коры, мантии из горячей вязкой породы, жидкого внешнего ядра и твердого внутреннего ядра*.

--

** (Для тех, кто жаждет более подробно представить картину земных глубин, приводим приблизительные размеры разных слоев. От 0 до 40 км — земная кора. От 40 до 400 км — верхняя мантия. От 400 до 650 км — промежуточная зона между верхней и нижней мантиями. От 650 до 2700 км — нижняя мантия. От 2700 до 2890 км — слой «D». От 2890 до 5150 км — внешнее ядро, а от 5150 до 6370 км — внутреннее ядро.)*

Известно, что на поверхности преобладают силикаты; они относительно легкие и их недостаточно, чтобы обеспечить наблюдаемую среднюю плотность Земли в целом. Следовательно, внутри должно находиться более тяжелое вещество. Известно, что для образования нашего магнитного поля где-то внутри должен существовать плотный пояс металлических элементов в жидком состоянии. Это то, что является общепризнанным. Но почти все сверх того — как взаимодействуют слои, что определяет их поведение, как они поведут себя в будущем — представляется по крайней мере неопределенным, а чаще крайне неопределенным.

Даже видимая нами часть земного шара — кора, и та является предметом довольно громких споров. Почти во всех трудах по геологии говорится, что земная кора достигает от 5 до 10 км под океанами, около 40 км под материками и 65–95 км под крупными горными цепями, но в рамках этих обобщенных данных наблюдается множество озадачивающих отклонений. Кора под горами Сьерра-Невады, например, имеет толщину всего 30–40 км, и никто не знает почему. По всем законам геофизики Сьерра-Невада должна опускаться, словно уходить в зыбучий песок. (Некоторые считают, что, возможно, так оно и есть.)

Как и когда Земля обрела свою кору — вопрос, разделяющий геологов на два больших лагеря: на тех, кто считает, что это произошло внезапно в начале истории Земли, и тех, кто считает, что это происходило постепенно и несколько позднее. Теорию раннего внезапного возникновения в начале 1960-х годов выдвинул Ричард Армстронг из Йельского университета,

посвятивший остаток своей научной деятельности борьбе с теми, кто не был с ним согласен. Он умер от рака в 1991 году, но незадолго до смерти «разразился бранью в адрес своих критиков на страницах австралийского геологического журнала, обвинив их в увековечивании вымыслов», писал о нем журнал *Earth* («Земля») в 1998 году. «Он умер озлобленным», — рассказывал один из его коллег.

Кора и часть наружной мантии вместе называются литосферой (от греческого «lithos», означающего «камень»), которая, в свою очередь, плавает на слое более мягкой породы, называемом астеносферой (от греческих слов, означающих «лишенный силы»). Но подобные термины никогда полностью не отвечают смыслу. Например, говорить, что литосфера плавает на поверхности астеносферы, — значит подразумевать определенную степень плавучести, что не совсем правильно. Подобным же образом неправильно представлять горные породы текучими, наподобие жидкостей на поверхности. Горные породы являются текучими, но лишь в том смысле, в каком текуче стекло. Этого, может быть, не видно глазом, но все стекло на Земле под неослабным влиянием силы тяжести стекает книзу. Выньте из рамы очень старое стекло в окне европейского собора, и оно окажется заметно толще внизу, чем вверху. Вот о такой «текучести» мы ведем речь. Часовая стрелка движется в десять тысяч раз быстрее «текучих» пород мантии.

Движения происходят не только по горизонтали, как перемещаются земные плиты по поверхности, но также вверх и вниз, как поднимаются и опускаются горные породы в вихревом процессе, известном как конвекция. Конвекцию как процесс впервые ввел в оборот эксцентричный граф фон Румфорд в конце восемнадцатого века. Шестьдесят лет спустя английский приходской священник Осмонд Фишер высказал предположение, что содержимое земных недр вполне может быть достаточно текучим, чтобы перемещаться. Но прошло очень много времени, прежде чем его идея обрела поддержку.

Примерно в 1970 году геофизики испытали изрядное потрясение, осознав, что там, внутри, происходят бурные, беспорядочные процессы. Как пишет в своей книге «Нагая Земля: Новая геофизика» Шавна Фогель:[204] «Было похоже на то, будто ученые десятки лет изучали земную атмосферу — тропосферу, стратосферу и так далее, — а потом вдруг узнали о ветре».

С тех пор не утихают споры вокруг того, какой глубины достигает процесс конвекции. Одни говорят, что он начинается на глубине 650 км, другие — глубже 3 тысяч км. Проблема, как заметил Джеймс Трефил, заключается в том, что «имеются две группы данных из двух разных дисциплин, которые невозможно примирить». Геохимики говорят, что некоторые элементы не могут попасть на поверхность планеты из верхней мантии, а должны подняться из более глубоких недр Земли. Поэтому вещества верхней и нижней мантий должны, по крайней мере, периодически смешиваться. Сейсмологи же говорят, что этот тезис не находит подтверждений.

Итак, можно лишь утверждать, что, двигаясь к центру Земли, в какой-то не совсем определенный момент мы покидаем астеносферу и погружаемся в чистую мантию. Если учесть, что мантия составляет 82 % объема Земли и 65 % ее массы, она не удостаивается излишнего внимания, главным образом потому, что интерес ученых, да и вообще читателей лежит либо гораздо глубже (как в случае с магнетизмом), либо ближе к поверхности (землетрясения). Известно, что до глубины примерно 150 км в составе мантии преобладает вид горной породы, известной как перидотит, но чем заполнены остальные 2650 км, точно не известно. Согласно сообщению в журнале *Nature,* не похоже, чтобы это был перидотит. Ничего больше нам не известно.[205]

Ниже мантии находятся два ядра — твердое внутреннее и жидкое внешнее. Не приходится и говорить, что наши представления о природе этих ядер носят косвенный характер, однако ученые способны сделать некоторые обоснованные предположения. Им известно, что давление в

центре Земли весьма высоко — примерно в три с лишним миллиона раз больше, чем на поверхности, — достаточно, чтобы сделать любую породу твердой. Из истории Земли (а также по косвенным признакам) известно, что внутреннее ядро очень хорошо держит тепло. Хотя это лишь чуть более чем предположение, считается, что за четыре с лишним миллиарда лет температура ядра упала не больше чем на 110 градусов Цельсия. Никто точно не знает, насколько горячим является ядро Земли, но оценки колеблются от 4000 до более 7000 градусов Цельсия — это почти так же горячо, как на поверхности Солнца.

Внешнее ядро во многих отношениях изучено еще меньше, хотя все сходятся во мнении, что оно жидкое и что там находится источник магнетизма. В 1949 году Э. С. Буллард из Кембриджского университета выдвинул теорию, согласно которой эта жидкая часть земного ядра вращается таким образом, что, по существу, превращает его в электродвигатель, создающий магнитное поле Земли. Предполагается, что конвекционные потоки жидкости внутри Земли создают эффект наподобие тока в проводах. Что именно происходит — неизвестно, но довольно определенно полагают, что это связано с вращением ядра и с тем фактом, что оно жидкое.[206] Тела, не имеющие жидкого ядра, например Луна и Марс, магнетизмом не обладают.

Известно, что напряженность магнитного поля Земли время от времени меняется: в эпоху динозавров она была в 3 раза выше, чем теперь. Также известно, что в среднем примерно каждые 500 тысяч лет оно меняет полярность, хотя за этим средним скрывается чудовищная степень непредсказуемости. Последняя перемена имела место около 750 тысяч лет назад. Иногда полярность остается неизменной миллионы лет — похоже, самый продолжительный промежуток составлял 37 миллионов лет, — а в другое время полярность менялась всего через 20 тысяч лет. Всего за последние 100 миллионов лет она менялась около 200 раз, и у нас фактически нет никакого представления почему. Факт этот назван «самым большим остающимся без ответа вопросом в геофизической науке».

Возможно, как раз в наши дни мы переживаем смену полярности. Магнитное поле только за последнее столетие ослабло примерно на шесть процентов. Всякое ослабление магнетизма, скорее всего, плохая новость, потому что магнетизм кроме крепления записок к холодильникам и надежной работы компасов играет важнейшую роль в поддержании нашей жизни. Во Вселенной полно опасных космических лучей, которые, не будь магнитной защиты, пронзали бы наши тела, превращая большинство наших ДНК в негодные лоскутья. Когда действует магнитное поле, эти лучи надежно отгоняются от поверхности Земли и собираются в стадо в двух зонах околоземного пространства, названных поясами Ван Аллена. Они также взаимодействуют с частицами в верхних слоях атмосферы, создавая чарующие световые завесы, известные как полярные сияния.[207]

Наша неосведомленность в значительной мере объясняется тем, что ученые традиционно мало заботились о согласованности исследований того, что происходит на поверхности Земли и в ее недрах. Как пишет Шавна Фогель: «Геологи и геофизики редко посещают одни и те же конференции или работают над общими проблемами».

Пожалуй, ничто лучше не свидетельствует о нашем неадекватном понимании динамики происходящих в недрах Земли процессов, как тот факт, что, вырываясь наружу, они застают нас врасплох, и трудно припомнить более подходящий пример ограниченности нашего понимания, чем извержение вулкана Сент-Хеленс в штате Вашингтон в 1980 году.

К тому времени 48 штатов не видели извержений вулканов больше 65 лет. Поэтому большинство вулканологов, находившихся на государственной службе, призванных следить за Сент-Хеленсом и предсказывать ее поведение, были знакомы только с действующими вулканами на Гавайях, а они, как оказалось, были совсем другого типа.

Угрожающий гул появился на Сент-Хеленсе 20 марта. В течение недели он стал извергать магму до 100 раз за день, хотя и в умеренных количествах, и непрерывно сотрясался землетрясениями. Людей эвакуировали на считавшееся безопасным расстояние в 13 км. По мере нарастания подземного гула Сент-Хеленс становился достопримечательностью для туристов со всего мира. В газетах ежедневно публиковались советы о лучших местах для обзора. К вершине на вертолетах то и дело летали телевизионные съемочные группы, встречались даже карабкавшиеся по склонам люди. Был день, когда над вершиной кружили более 70 вертолетов и легких самолетов. Однако шли дни, а рокот не перерастал во что-нибудь более эффектное, люди теряли терпение, все пришли к выводу, что вулкан в конечном счете не взорвется.

19 апреля северный склон вулкана начал заметно вздуваться. Удивительно, что никто из занимавших ответственное положение не увидел в этом явной угрозы бокового взрыва. Сейсмологи в своих заключениях твердо опирались на поведение гавайских вулканов, у которых не бывает боковых взрывов. Чуть ли не единственным лицом, считавшим, что может произойти нечто действительно опасное, был профессор геологии Джек Хайд из местного колледжа в Такома. Он указывал, что у Сент-Хеленса не было открытого выходного отверстия, как у гавайских вулканов, так что любое нараставшее внутри давление обязательно должно было вырваться наружу бурно и, возможно, катастрофически. Однако Хайд не состоял в официально созданной группе, и на его замечания мало кто обратил внимание.

Все мы знаем, что произошло потом. В 8.32 утра в воскресенье, 18 мая, северный склон вулкана рухнул, образовав чудовищную лавину грязи и камней, мчавшуюся по склону со скоростью почти 250 км/ч. Это был самый большой оползень в человеческой истории, несший в себе достаточно материала, чтобы целиком похоронить Манхэттен на глубине 120 метров. Минутой позже склон тяжело осел, и Сент-Хеленс взорвался с силой 500 атомных бомб, сброшенных на Хиросиму, выбрасывая смертоносное горячее облако со скоростью до 1050 км/ч — понятно, никому из находившихся поблизости невозможно было его обогнать. Многие люди, которые считали, что находятся в безопасных местах, оказались застигнутыми врасплох, часто даже далеко за пределами видимости вулкана. Погибло 57 человек. Двадцать три тела так и не нашли. Жертв было бы намного больше, если бы взрыв произошел не в воскресенье. В рабочие дни в смертельно опасной зоне находилось бы много лесорубов. Некоторые люди погибли в 30 км от вулкана.

Больше всех в тот день повезло аспиранту Гарри Гликену. Ему был поручен наблюдательный пост в 9 км от горы, но на 18 мая его вызвали на собеседование в связи с назначением на работу, так что накануне извержения он уехал в Калифорнию. Его место занял Дэвид Джонсон. Джонсон первым сообщил об извержении вулкана и спустя несколько мгновений погиб. Его тело так и не нашли. Везение Гликена было, увы, недолговечным. 11 лет спустя он оказался в числе 43 ученых и журналистов, роковым образом попавших под смертельный выброс раскаленного пепла, газов и расплавленной породы — известный как пирокластический поток — на вулкане Унзен в Японии. Там ошибки привели к еще одному неверному прогнозу извержения вулкана.

Вулканологи могут быть, а могут и не быть самыми плохими предсказателями среди ученых, но они, несомненно, хуже всех в мире понимают, насколько плохими могут быть их предсказания.[208] Менее чем через 2 года после несчастья на горе Унзен еще одна группа исследователей вулканов во главе со Стэнли Уильямсом из Аризонского университета спустилась через край кратера действующего вулкана Галерас в Колумбии. Несмотря на смертельные случаи в предыдущие годы, только на двух из шестнадцати участников группы Уильямса были каски и другое защитное снаряжение. Внезапно началось извержение, погибли 6 ученых и 3 присоединившихся к ним туристов и серьезно пострадали еще несколько участников,

в том числе сам Уильямс.

В своей удивительно несамокритичной книге, озаглавленной «Уцелевшие на Галерас», *Уильяме* писал, что «только удивленно качал головой», узнав впоследствии, что его коллеги-вулканологи поговаривали, что он якобы упустил из виду или игнорировал важные сейсмические сигналы и действовал опрометчиво. «Легко язвить задним числом, применяя современные знания к событиям 1993 года», — писал он. Он считал, что самой большой его виной был неудачный выбор времени, когда Галерас, «как это свойственно силам природы, вел себя своенравно. Я был обманут и за это беру на себя ответственность. Но я не чувствую за собой вины за гибель своих коллег. Вины здесь нет. Было только извержение».

Но вернемся в Вашингтон. Вулкан Сент-Хеленс потерял 400 метров вершины, было уничтожено 600 км^2 лесов. Унесенных взрывом лесоматериалов хватило бы для строительства 150 тысяч домов (по некоторым данным, 300 тысяч). Ущерб оценивался в 2,7 миллиарда долларов. Менее чем за 10 минут гигантский столб дыма и пепла поднялся на высоту 18 тысяч метров. С летевшего в 48 км самолета сообщили, что его забросало камнями.

Через полтора часа после взрыва пепел посыпался на Якиму штат Вашингтон, городок с населением 50 тысяч жителей примерно в 130 км от вулкана. Как и следовало ожидать, день превратился в ночь, пепел проникал всюду, забивал двигатели, генераторы и электропереключатели, он душил пешеходов, засорял очистительные системы и вообще привел к полной остановке жизни. Аэропорт и магистрали, ведущие в город, перестали функционировать.

Заметим, что все это происходило с подветренной стороны от вулкана, угрожающе грохотавшего на протяжении 2 месяцев. Тем не менее в Якиме не было принято никаких чрезвычайных мер. Две городские аварийные радиосистемы, которые полагалось включить в критический момент, не вышли в эфир, потому что «дежуривший утром в воскресенье персонал не знал, как ими пользоваться». Три дня Якима была парализована и отрезана от мира, аэропорт закрыт, подъездные пути непроходимы. В результате извержения вулкана Сент-Хеленс на город выпало чуть более 1,5 сантиметра пепла. Пожалуйста, держите это в памяти, когда мы станем строить предположения о том, что будет в случае извержения в Йеллоустоне.

15
ОПАСНАЯ КРАСОТА

В 1960-е годы, изучая вулканическую историю Йеллоустонского национального парка, Боб Кристиансен из Геологической службы Соединенных Штатов ломал голову над тем, что, как ни странно, никого раньше не беспокоило: он никак не мог найти в парке вулкан. Давно было известно, что Йеллоустон имеет вулканическое происхождение — этим объяснялись все его гейзеры и другие горячие источники, — а одна из особенностей вулканов состоит в том, что они, как правило, бросаются в глаза. Но Кристиансен никак не мог отыскать йеллоустонский вулкан. Он, в частности, не мог найти структуру, известную как кальдера.

Большинство, думая о вулканах, представляют классические конусообразные очертания Фудзи или Килиманджаро, которые возникают, когда извергающаяся магма образует симметричную насыпь. Они могут формироваться необыкновенно быстро. В 1943 году в Парикутине, в Мексике, фермер был напуган, увидев, как из его клочка земли поднимается дым. За неделю он стал озадаченным владельцем конуса в 152 метра высотой. За два года он достиг высоты почти 430 метров и более 800 метров в диаметре. Всего на Земле таких мозолящих глаза вулканов около 10 тысяч, все, за исключением нескольких сотен, потухшие. Но существуют вулканы другого, менее известного типа, которые не приводят к образованию гор. Эти вулканы образуются в результате мощных взрывов и вырываются наружу одним сокрушительным ударом, оставляя после себя огромный провал — кальдеру (от латинского слова, означающего «котел»).[209] Йеллоустон явно принадлежал к этому второму типу, но Кристиансен нигде не мог найти кальдеру.

Так совпало, что в то же самое время НАСА, решив испытать новые фотокамеры, сделало снимки Йеллоустона, копии которых один заботливый сотрудник переслал руководству парка, подумав, что они прекрасно впишутся в одну из экспозиций в павильоне для посетителей. Увидев снимки, Кристиансен сразу понял, почему он не нашел кальдеру: весь парк — 9 000 км^2 — по существу, и являлся кальдерой. Извержение оставило провал почти 65 км в поперечнике — слишком большой, чтобы различить его, находясь на поверхности земли. Когда-то в прошлом Йеллоустон должен был взорваться с силой, намного превосходящей все ведомое человеческому роду.

Йеллоустон оказался сверхвулканом. Он расположился над огромным горячим пятном на нашей планете — очагом расплавленной породы, который берет начало по крайней мере в 200 км в глубине Земли и почти достигает поверхности, образуя так называемый суперплюм.[210] Именно тепло из этого горячего пятна питает все йеллоустонские газовые выходы, гейзеры, горячие источники и пузырящиеся грязевые котлы. Под поверхностью находится заполненная магмой камера, имеющая в разрезе эллиптическую форму с горизонтальной осью около 72 км — приблизительно тех же размеров, что и сам парк, — и вертикальной осью 13 км. Представьте себе груду тротила величиной с английское графство и поднимающуюся на 13 км в небо — до самых высоких перистых облаков, и вы получите некоторое представление, по поверхности чего бродят посетители Йеллоустона. Давление в этом магматическом очаге на перекрывающую его земную кору приподняло Йеллоустон и окружающую территорию примерно на полкилометра по сравнению с тем, где им следовало бы находиться. Если он рванет, катаклизм далеко превзойдет любые фантазии. По словам профессора Лондонского университетского колледжа Билла Макгуайра, во время извержения «вы не сможете подойти к нему ближе, чем на тысячу километров». А дальнейшие последствия будут еще хуже.

Суперплюмы, подобные тому, на котором покоится Йеллоустон, чем-то похожи на бокалы для мартини — узкие снизу, но расширяющиеся у поверхности, они образуют обширные котлы нестабильной магмы. Некоторые такие котлы могут достигать 1900 км в поперечнике. Согласно существующим предположениям, они не всегда извергаются взрывообразно, а иногда изливаются широким непрерывным потоком, покрывая окрестности расплавленной породой, как это было при образовании деканских траппов в Индии 65 миллионов лет назад. Они распространились на площадь свыше 500 тысяч км^2 и, возможно, способствовали гибели динозавров (во всяком случае, не помогли им выжить) вследствие выделения ядовитых газов. Суперплюмы, возможно, являются и причиной раскалывания материков.

Подобные плюмы не так уж редки. В данный момент на Земле насчитывается около тридцати активных плюмов, и они были причиной образования по всему миру многих широко известных отдельных островов и их цепей — Исландии, Гавайского, Азорского, Канарского и Галапагосского архипелагов, маленького острова Питкерна посреди южной части Тихого океана и множества других, но, кроме Йеллоустона, все они океанические. Никто не имеет ни малейшего представления, как йеллоустонский канал нашел выход в материковой плите. Определенно можно сказать только о двух вещах: что земная кора в Йеллоустоне тонкая и что недра под ней горячие. Но то ли кора тонкая из-за горячего пятна, то ли горячее пятно оказалась там из-за того, что кора тонкая — это остается предметом жарких дискуссий. Материковый характер коры создает совершенно иные предпосылки для извержения. Тогда как другие супервулканы имеют свойство изливаться равномерно и сравнительно спокойно, Йеллоустон извергается взрывоподобно. Случается это не часто, но уж если случится, предпочтительно держаться подальше.

С момента первого известного извержения 16,5 миллиона лет назад он извергался около сотни раз, но речь пойдет о трех самых последних случаях. Последнее извержение было в тысячу раз крупнее извержения вулкана Сент-Хеленс в 1980 году; предыдущее — в 280 раз сильнее, а предшествующее ему было настолько мощным, что никто точно не знает его масштабов. Оно было по меньшей мере в 2500 раз мощнее последнего извержения Сент-Хеленса, а возможно, и в 8000 раз.

У нас нет сведений ни об одном сколько-нибудь сравнимом извержении. Крупнейшим событием такого рода в последнее время было извержение Кракатау в Индонезии в августе 1883 года; отзвук страшного удара многократно отдавался по всему миру в течение 9 дней, а вода всколыхнулась даже в Ла-Манше. Но если представить массу, выброшенную Кракатау, в виде мяча для игры в гольф, то выброс вещества самого крупного из йеллоустонских извержений был бы величиной с шар, за которым вы могли бы спрятаться. В этом масштабе вулканическая масса Сент- Хеленса была бы величиной с горошину.[211]

Извержение, случившееся в Йеллоустоне 2 миллиона лет назад, выбросило достаточно пепла, чтобы накрыть штат Нью-Йорк 20-метровым слоем или Калифорнию слоем толщиной 6 метров. Это и был тот пепел, который образовал обнаруженное Майком Вурхисом захоронение ископаемых остатков на востоке Небраски. Извержение произошло там, где сейчас расположен штат Айдахо, но земная кора миллионы лет перемещалась над этим местом со скоростью около 2,5 см/год, так что теперь оно находится прямо под северо-западным районом Вайоминга. (Само горячее пятно остается на месте, как направленная в потолок сварочная горелка.) Извержение оставляет после себя плодородные вулканические равнины, идеальные, как давно обнаружили айдахские фермеры, для выращивания картофеля. Еще через два миллиона лет, любят шутить геологи, в Йеллоустоне будет полно картофеля фри для «Макдоналдса», а жители Биллингса в штате Монтана будут расхаживать среди гейзеров.

Выпавший во время последнего йеллоустонского извержения пепел полностью или

частично покрыл 19 западных штатов — почти все Соединенные Штаты к западу от Миссисипи (плюс часть Канады и Мексики). Это, имейте в виду, житница Америки, регион, где выращивается приблизительно половина зерновых всего мира. И не следует забывать, что пепел — это не снег, который, каким бы обильным он ни был, весной растает. Если бы вы захотели вновь вырастить урожай, вам пришлось бы искать место, куда вывезти весь этот пепел. На расчистку шести с половиной гектаров развалин Всемирного торгового центра в Нью-Йорке тысячам рабочих потребовалось восемь месяцев. Представьте, сколько потребуется сил, чтобы расчистить весь Канзас.

Но речь идет не только о климатических последствиях. Последнее извержение супервулкана на Земле произошло в Тоба, на севере Суматры, 74 тысячи лет назад. Масштабы его точно неизвестны, но оно было чудовищным. Судя по гренландским ледникам, за извержением в Тоба последовало по крайней мере 6 лет «вулканической зимы», и одному богу известно, сколько после этого было неурожайных лет. Полагают, что оно поставило человечество на грань исчезновения, сократив население планеты до нескольких тысяч человек, не более. В таком случае это означает, что все современные жители Земли имеют весьма незначительную родословную базу, что могло бы объяснить недостаток нашего генетического разнообразия. Во всяком случае, существуют основания полагать, что следующие 20 тысяч лет общее число жителей Земли ни разу не превышало нескольких тысяч человек. Нет необходимости объяснять, что потребовалось значительное время, чтобы оправиться от единственного вулканического извержения.[212]

Все эти догадки представляли чисто гипотетический интерес до 1973 года, когда произошло одно необычное явление: озеро, расположенное посередине парка, стало выходить из берегов с южной стороны, затопив прилегающий луг, а противоположный край озера таинственным образом обмелел. Геологи спешно провели съемку местности и обнаружили, что большой участок парка зловеще вспучился. Вздутием подняло один край озера, и вода стала переливаться через другой, как это бывает, когда вы поднимаете один край детской купальни. К 1984 году вся центральная часть парка — больше 100 км^2 — поднялась на метр по сравнению с уровнем 1924 года, когда в парке последний раз официально производилась съемка. Затем в 1985 году центральная часть парка опустилась на 20 сантиметров. Теперь, кажется, она поднимается снова.

Геологи поняли, что причиной этого явления могло послужить только одно — беспокойный магматический очаг. Йеллоустон оказался местом не древнего, а действующего вулкана. Примерно в то же время ученые смогли высчитать, что цикл йеллоустонских извержений в среднем составлял один мощный выброс каждые 600 тысяч лет. Последний был 630 тысяч лет назад. Похоже, время Йеллоустона не за горами.

«Возможно, это не ощущается, но вы стоите на самом большом в мире действующем вулкане», — говорит мне геолог Йеллоустонского национального парка Пол Досс, сойдя с огромного мотоцикла «Харлей-Дэвидсон» и здороваясь со мной возле управления парка в Маммот Хот Спрингс чудесным ранним июньским утром. Коренной житель Индианы, Досс — симпатичный, спокойный, чрезвычайно внимательный мужчина, совсем не похожий на служащего Национального парка. Седеющие борода и волосы завязаны в длинную косичку. Ухо украшает скромный сапфир. Небольшое брюшко обтягивает хрустящая форма служащего парка. Досс скорее похож на джазового музыканта, нежели на государственного служащего. Вообще-то он и есть музыкант (играет на гармонике). Но он, несомненно, прекрасно знает геологию и любит свое дело. «И у меня для этого лучшее место на Земле», — говорит он, когда мы на тряском потрепанном внедорожнике с приводом 4x4 трогаемся в направлении самого

знаменитого из гейзеров — Старого Служаки (Old Faitful). Досс разрешил мне в течение дня сопровождать его, дабы составить представление о работе паркового геолога. На сегодня первым его делом была вводная беседа с вновь принятыми на работу экскурсоводами.

Вряд ли стоит кого-либо убеждать, что Йеллоустон — поразительно красивый уголок Земли с величавыми горами и лугами, с пасущимися бизонами, с водопадами, с озером небесно-голубого цвета и невероятно богатым растительным и животным миром. «И для геолога лучшего места не найти, — замечает Досс. — В Бертус Гэп есть горные породы, которым почти три миллиарда лет — три четверти пути до рождения Земли. А здесь минеральные источники, — добавляет он, указывая на горячие серные источники, которым дали имя Маммоту, — где можно видеть рождение горных пород. А между ними есть все, что можно представить. Я не встречал места, где геология была бы более наглядной… или более привлекательной».

«Значит, вам этот край нравится?» — говорю я. «О нет, я в него влюблен, — с неподдельной убежденностью отвечает он. — Хочу сказать, я действительно люблю это место. Зимы здесь суровые, зарплата не ахти какая, но когда дела идут, это просто…»

Он остановился, чтобы обратить мое внимание на виднеющийся вдали на западе просвет в горной цепи, который только что появился в поле зрения. Эти горы, сказал он, зовутся Галлатинами. «Этот просвет протянулся на 100, а то и на 110 км. Долгое время не могли понять, откуда взялся этот разрыв, и только потом Боб Кристиансен осознал, что горы в этом месте, должно быть, просто сдуло взрывом. Когда с лица земли сносится сто километров гор, начинаешь понимать, что имеешь дело с чем-то весьма могущественным. Чтобы прийти к такому заключению, Кристиансену потребовалось 6 лет».

Я спросил, что стало причиной извержения в Йеллоустоне.

«Не знаю. Никто не знает. Вулканы — странные штуки. Вообще-то говоря, мы в них не разбираемся. До извержения в 1944 году Везувий в Италии был активным на протяжении трехсот лет, а потом взял и замолчал. И с тех пор молчит. Некоторые вулканологи считают, что он всерьез набирает силы, а это несколько беспокоит, потому что на самом вулкане и вокруг него живут 2 миллиона людей. Но никто точно не знает».

«А за какое время появятся предупреждения, если Йеллоустон задумает действовать?»

Досс пожал плечами: «При последнем извержении никого рядом не было, так что никто не знает, какие могут быть предвестники. Возможно, будет масса землетрясений или где-то поднимется земля, возможно, изменится характер гейзеров и выбросов пара, но, по существу, никто этого не знает».

«Выходит, он может взорваться без предупреждения?»

Он задумчиво кивнул. Беда в том, пояснил он, что почти все, что могло бы служить предупреждением, в известной мере в Йеллоустоне уже имеется. «Как правило, извержениям предшествуют землетрясения, но в парке уже происходит множество землетрясений — 1260 за прошлый год. Большинство из них слишком слабые, чтобы их ощутить, но тем не менее это землетрясения».

Изменения в характере извержения у гейзеров тоже могли бы служить ключом, говорит он, но и они ведут себя непредсказуемо. Одно время самым знаменитым гейзером в парке был Эксельсиор. Бывало, он регулярно эффектно выбрасывал струи высотой 100 метров, однако в 1888 году просто замолк. Потом в 1985 году заработал снова, но выбрасывал струи всего лишь на высоту 25 метров. Гейзер Пароходный в активный период является самым большим гейзером в мире, выбрасывая воду на высоту 120 метров. Но интервалы между его извержениями колебались от 4 дней до почти 50 лет. «Если бы он начал действовать сегодня, а затем на следующей неделе, мы бы все равно не узнали, как он поведет себя дальше — заработает ли через неделю или две или же через 20 лет, — говорит Досс. — Весь парк настолько изменчив,

что, по существу, почти невозможно сделать какое-либо заключение, что бы здесь ни случилось».

Эвакуировать Йеллоустон было бы совсем не легким делом. За год в парке бывает около 3 млн посетителей, главным образом в 3 летних месяца. Дорог в парке сравнительно мало, и они преднамеренно узкие, отчасти чтобы ограничить скорость, отчасти чтобы сохранить живописный пейзаж, а отчасти из-за рельефных ограничений. В разгар сезона, чтобы пересечь парк, вполне может потребоваться полдня и несколько часов, чтобы добраться до любого места в его пределах. «Как только люди видят животных, тут же останавливаются, — рассказывает Досс. — Показался медведь — пробка. Увидели бизона — пробка. Появился волк — пробка».

Осенью 2000 года на собрании представителей Геологической службы США, администрации Национального парка и нескольких научных учреждений была основана Йеллоустонская вулканическая обсерватория для наблюдения за вулканом. Четыре такие станции уже существовали — на Гавайях, в Калифорнии, на Аляске и в штате Вашингтон — но, как ни странно, ее не было в самой большой вулканической зоне в мире. Йеллоустонская обсерватория — это скорее идея, нежели что-то материальное, — соглашение о координации усилий по изучению многообразной геологии парка. Одной из ее первых задач, по словам Досса, стало составление «программы сейсмической и вулканической опасности» — планадействий в критических случаях.

«Неужели его еще нет?» — спросил я. «Нет. Боюсь, что нет. Но скоро будет». — «Не поздновато ли?» — Он улыбнулся: «Ну, скажем, не слишком рано».

Когда его подготовят, три человека — Кристиансен[213] из Менло-Парка в Калифорнии, профессор Роберт Б. Смит[214] из университета штата Юта и Досс здесь в Йеллоустоне — будут оценивать степень опасности любого потенциального катаклизма и давать рекомендации директору парка. Директору же предстоит решать, надо ли эвакуировать парк. Что касается окрестностей, то никаких планов не существует. Как только вы выедете за ворота парка, вы будете предоставлены самому себе — небольшое утешение на случай серьезного взрыва в Йеллоустоне.

Конечно, до наступления этого дня, возможно, пройдет не один десяток тысяч лет. Досс считает, что такой день может вообще не наступить. «То, что в прошлом существовала какая-то закономерность, еще не означает, что она остается в силе, — говорит он. — Есть основания полагать, что за рядом катастрофических извержений может последовать длительный период покоя. Возможно, именно в нем мы сейчас и находимся. Есть признаки того, что большая часть магмы в очаге сейчас остывает и кристаллизуется. При этом она выделяет летучие вещества, а для взрывного извержения требуется, наоборот, их *захватывать».*

А тем временем в Йеллоустоне и вокруг него случается множество других опасных явлений, что ужасающе убедительно подтвердилось в ночь 17 августа 1959 года в районе озера Хебджен Лейк совсем рядом с парком. В тот день за 20 минут до полуночи Хебджен Лейк пережило катастрофическое землетрясение. Его магнитуда составила 7,5, далеко не предел для землетрясения, но оно было таким внезапным и резким, что обрушило целый склон горы. Был разгар летнего сезона, но, к счастью, в то время в Йеллоустоне пребывало не так много посетителей, как сегодня. С горы со скоростью 160 км/ч скатилось 80 млн тонн камней. Инерция была так велика, что передний край камнепада взлетел на 120 метров по склону горы на другой стороне ложбины. На его пути оказалась часть территории туристического кемпинга Рок Крик. Погибло 28 обитателей кемпинга, 19 из них навсегда остались под завалом. Катастрофа была стремительной и чрезвычайно странной. Спавшие в одной из палаток трое братьев остались целы. Соседняя палатка с их родителями бесследно исчезла.

«Сильное землетрясение — в полном смысле слова — рано или поздно произойдет, —

говорит Досс. — Можете положиться. Здесь проходит крупная зона разлома, в которой локализуются очаги землетрясений».

Несмотря на землетрясение в Хебджен Лейк и другие известные угрозы, в Йеллоустоне до 1970-х годов не было стационарных сейсмических станций.

Если бы вам надо было по достоинству оценить грандиозность и неумолимость геологических процессов, вы вполне могли бы воспользоваться примером протянувшегося южнее Йеллоустонского национального парка хребта Тетон с великолепием его горных зубцов. 9 млн лет назад Тетона не существовало. Местность вокруг Джексон Хоул была просто возвышенной, поросшей травой равниной. Но затем в земле возник 64-километровый разлом, и с тех пор приблизительно раз в 900 лет Тетон претерпевает действительно сильные землетрясения, достаточные для того, чтобы поднять горы еще на 2 метра. Именно эти неоднократные встряски на протяжении геологических эпох подняли вершины на их нынешнюю внушительную высоту в 2 тыс метров.

Эти 900 лет — величина средняя… и до некоторой степени вводящая в заблуждение. Судя по книге Роберта Б. Смита и Ли Дж. Сигеля[215] «Окна внутрь Земли», описывающей геологическую историю этого региона, последнее крупное землетрясение на Тетоне было где-то между 5 и 7 тыс лет назад. Словом, Тетон — одна из наиболее созревших для землетрясения зон на планете. Значительную опасность представляют и гидротермальные извержения. Они могут произойти в любое время, почти везде и совершенно непредсказуемо.

«Видите ли, по плану экскурсий мы направляем посетителей к термальному бассейну, — говорит Досс после того, как мы посмотрели извержение Старого Служаки. — Как раз это посмотреть сюда и приезжают. Известно ли вам, что гейзеров и горячих источников в одном Йеллоустоне больше, чем во всем мире?» — «Нет, я не знал». Он кивнул головой: «Их десять тысяч, и никто не знает, где может забить новый».

Мы поехали к так называемому Утиному озеру, водоему шириной пару сотен метров.

«Выглядит совсем безобидным, — замечает Досс. — Просто большой пруд. Но этой большой дыры здесь раньше не было. В какой-то момент за последние 15 тысяч лет здесь по-настоящему серьезно рвануло. Несколько десятков миллионов тонн почвы, горных пород и перегретой воды со сверхзвуковой скоростью вырвались наружу. Можете представить, что было бы, случись такое в парке, скажем, у Старого Служаки или одного из мест скопления экскурсантов». Он грустно взглянул на меня.

«Будет ли какое-нибудь предупреждение?» — «Пожалуй, нет. Последнее значительное извержение в парке было в 1989 году у гейзера ПоркЧоп («Свиная Отбивная»). Оно оставило кратер шириной примерно пять метров — по любым меркам не слишком большой, но вам этого вполне хватило бы, окажись вы там в это время. К счастью, там никого не было, так что никто не пострадал, но все произошло без предупреждения. В очень далеком прошлом бывали извержения, оставлявшие отверстия в милю шириной. И никто не может сказать, где и когда это случится снова. Остается только надеяться, что тебя там в этот момент не окажется».

Опасность представляют и камнепады. Большой обвал был в Гардинерском каньоне в 1999 году, но, к счастью, и здесь никто не пострадал. Ближе к вечеру мы с Доссом остановились у скалы, нависшей над дорогой с оживленным движением. Были отчетливо видны трещины.

«Может рухнуть в любой момент», — задумчиво заметил Досс. — «Шутите», — сказал я. Не было минуты, чтобы под ней не проезжало пары автомашин, самым буквальным образом набитых веселыми туристами. «Ну, вероятность невелика, — добавил он. — Я же говорю «может». С таким же успехом она может оставаться на месте десятки лет. Это ни о чем не говорит. Остается принимать как должное, что бывать здесь опасно. Только и всего».

Когда мы шли кмашине, чтобы вернуться в Маммот Хот Спрингс, Досс продолжил: «Дело в

том, что большую часть времени ничего не случается. Камни не падают. Землетрясения не происходят. Новых неожиданных выбросов нет. При всей этой неустойчивости большей частью здесь восхитительно и поразительно спокойно». — «Как и на самой Земле», — заметил я. «Вот именно», — согласился он.

Опасности в Йеллоустоне в равной мере подстерегают и служащих парка. Досс был свидетелем ужасного случая в первую неделю своей работы 5 лет назад. Как-то ночью трое занятых в летнее время молодых сотрудников отправились поплавать и понежиться в теплых прудах, что строго запрещалось. Хотя в парке по понятным причинам это не разглашается, не все водоемы Йеллоустона опасно горячи. В некоторые очень приятно окунуться, и часть сезонных сотрудников взяли за правило купаться по ночам, пускай это и противоречило правилам. Эти трое по глупости не взяли фонарик, что было чрезвычайно опасно, потому что почва вокруг теплых водоемов хрупкая и тонкая и легко провалиться в горячее отверстие. Во всяком случае, возвращаясь к себе в общежитие, они дошли до ручья, который им приходилось перепрыгивать раньше. Отойдя на несколько шагов назад, они на счет «три» разбежались и прыгнули. Оказалось, что это был вовсе не ручей, а пруд с кипящей водой. В темноте они заблудились. Никто из них не выжил.

Я думал об этом случае, когда, уезжая из парка, ненадолго остановился у Изумрудного пруда, что в Верхнем гейзерном бассейне. Досс не успел показать его мне накануне, но я подумал, что надо хотя бы бегло взглянуть на него, ибо Изумрудный пруд — место историческое.

В 1965 году во время летней научной командировки биологи, супруги Томас и Луиза Брок, совершили безумную вещь. Они собрали окаймлявшую пруд желтовато-бурую пену и исследовали ее на наличие живых организмов. К их глубокому удивлению, а потом и к удивлению более широкого круга лиц, она кишела живыми микробами. Они первыми в мире обнаружили экстремофилов — организмы, способные жить в воде, которая прежде считалась слишком горячей, или кислой, или отравленной серой, чтобы в ней могла существовать жизнь. Удивительно, что в Изумрудном пруду все это было в наличии, и тем не менее два вида организмов, получивших название *Sulpholobus acidocaldarius и Thermophilus aquaticus,* нашли его благоприятным для жизни. Всегда считалось, что выжить при температуре выше 50 °С не может ничто, но здесь живые организмы нежились в отравленной кислой воде, которая была без малого вдвое горячее.

Почти 20 лет одна из открытых Броками бактерий, *Thermophilus aquaticus,* оставалась лабораторной диковинкой… пока калифорнийский ученый Кэри Б. Муллис не догадался, что ее теплостойкие энзимы можно использовать для создания химического волшебства, известного как полимеразная цепная реакция (ПЦР), которая позволяет ученым из очень малого количества генетического материала, в пределе из единственной молекулы, получать множество ДНК. Это своего рода генетическое фотокопирование легло в основу всего дальнейшего развития генетики, от научных изысканий до полицейских расследований. За это открытие Муллис в 1993 году получил Нобелевскую премию по химии.

А тем временем ученые находили еще более стойких микробов, ныне известных как гипертермофилы, которым требуется температура 80 °С и выше. Самый теплолюбивый организм, обнаруженный до сих пор, — это, как утверждает Фрэнсис Эшкрофт[216] в книге «Жизнь в экстремальных условиях», — *Pyrolobus fumarii,* обитает на стенках океанских фумарол, где температура может достигать 113 °С. Считают, что верхней границей жизни будет примерно 120 °С, но точно этого никто не знает. Во всяком случае, находки Броков полностью изменили наши представления о живом мире. Ученый из НАСА Джей Бергстрал[217] выразил это следующим образом: «Куда бы мы ни отправились на Земле, даже в самую неблагоприятную для

жизни окружающую среду, если там есть жидкая вода и какие-либо источники химической энергии, мы обнаружим жизнь».

Жизнь, оказывается, бесконечно более искусна и приспособляема, чем кто-либо из нас предполагал. И это очень хорошо, поскольку, как мы скоро увидим, нам приходится жить в мире, который, кажется, совсем не рад нашему присутствию в нем.

V
САМА ЖИЗНЬ

Чем больше я исследую Вселенную и изучаю детали ее строения, тем больше нахожу свидетельств, что Вселенная в каком-то смысле знала о нашем приходе.

Фримэн Дайсон

16
ОДИНОКАЯ ПЛАНЕТА

Быть живым существом нелегко. Нам пока известно единственное место во всей Вселенной, незаметное поселение на окраине Млечного Пути, называемое планетой Земля, которое поддерживает наше существование, да и оно бывает весьма суровым.

Ото дна самой глубокой океанской впадины до высочайшей горной вершины — в этом поясе обитают почти все известные нам формы жизни — всего около двадцати километров. Не так уж много, если сопоставить с тем, что вмещает космос.

Для представителей человеческого рода дела обстоят еще хуже, поскольку так получилось, что мы принадлежим к той части живых существ, которые 400 млн лет назад приняли слишком поспешное, но смелое решение выползти из моря и стать дышащими кислородом обитателями суши. В результате, согласно одной из оценок, нам закрыт доступ не менее чем в 99,5 % обитаемого пространства.

Не просто потому, что мы не можем дышать в воде, а в силу того, что мы не смогли бы выдержать ее давление. Из-за того что вода в 800 раз тяжелее воздуха, давление при погружении быстро растет — приблизительно на одну атмосферу каждые десять метров глубины. Если на суше вы подниметесь на вершину 150-метровой достопримечательности — скажем, Кельнского собора или Монумента Вашингтону, — изменение давления будет настолько незначительным, что вы его не ощутите. Однако на такой же глубине под водой ваши вены сплющились бы, а легкие сжались до размеров банки из-под кока-колы. Поразительно, что люди по собственной воле, ради забавы, без аппаратуры для дыхания ныряют на эти глубины. Спорт этот известен как фри-дайвинг. Видимо, ощущение, как ваши внутренние органы грубо деформируются, вызывает приятное возбуждение (хотя, надо полагать, не так уж возбуждает, когда они возвращаются к первоначальным размерам при всплытии). Однако, чтобы достичь таких глубин, ныряльщикам надо погружаться довольно быстро, при помощи грузил. Без них самое глубокое самостоятельное погружение, после которого ныряльщик остался в живых, чтобы потом об этом рассказывать, составляет 72 м — это достижение принадлежит итальянцу Умберто Пелиццари, который в 1992 году нырнул на эту глубину, задержался там на долю секунды и пулей выскочил на поверхность. По наземным меркам 72 м — это немного меньше футбольного поля. Так что даже в наших самых головокружительных трюках мы не можем претендовать на овладение морской бездной.

Разумеется, другим живым существам удается справляться с давлением на глубине, хотя как это им удается, остается тайной.[218] Самой глубокой точкой является Марианская впадина в Тихом океане. Там, на глубине приблизительно 11,3 км, давление достигает более 1,1 тн на квадратный сантиметр. Нам лишь однажды удалось на короткое время опустить на эту глубину человека в прочном спускаемом аппарате, тогда как там постоянно обитают колонии бокоплавов, похожих на креветок ракообразных, только прозрачных, которые выживают безо всякой защиты. Конечно, большинство океанов намного мельче, но находиться на обычной океанской глубине в 4 км равносильно тому, чтобы быть расплющенным под стопкой из 14 груженных цементом грузовиков.

Почти все, включая авторов некоторых популярных книг по океанографии, полагают, что человеческое тело будет смято чудовищным давлением океанских глубин. В действительности дело, похоже, обстоит не так. В силу того, что мы сами состоим в основном из воды, а вода, по словам Фрэнсис Эшкрофт из Оксфордского университета, «практически несжимаема, в теле поддерживается то же давление, что и в окружающей воде, и на глубине оно не будет

раздавлено». Причиной неприятностей служат газы внутри тела, особенно в легких. Это они сжимаются, хотя на какой стадии сжатие становится фатальным, неизвестно. До самого недавнего времени считалось, что любой ныряющий на глубину 100 м или около того погибнет в мучениях, когда сожмутся легкие или будет раздавлена грудная клетка, однако ныряльщики неоднократно доказывали обратное. Похоже, говорит Эшкрофт, «у людей больше сходства с китами и дельфинами, чем мы думали».

Однако может случиться множество других неприятностей. Во времена водолазных костюмов — тех, что были связаны с поверхностью длинными шлангами, — водолазы порой встречались с грозным явлением, известным как «выдавливание». Это случалось, когда отказывали помпы, что вело к катастрофическому падению давления в скафандре. Воздух вырывался из скафандра с такой силой, что несчастного водолаза в самом прямом смысле высасывало в шлем и шланг. Когда его поднимали на поверхность, «в скафандре оставались лишь его кости и клочки плоти», — писал в 1947 году биолог Дж. Б. С. Холдейн, добавляя для скептиков: «Такое случалось».

(Между прочим, первоначально водолазный шлем, изобретенный в 1823 году англичанином Чарлзом Дином, предназначался не для погружения под воду, а для тушения пожаров. Он назывался «дымовым шлемом», но, изготовленный из металла, он нагревался и был тяжелым; как скоро обнаружил Дин, пожарные не горели желанием лезть в горящие строения в любом облачении, но особенно в таком, которое нагревалось, как чайник, и к тому же делало их неуклюжими. Пытаясь окупить расходы, Дин испытал шлем под водой и нашел, что он идеально подходит для спасательных работ.)

Однако хуже всего кессонная болезнь — не столько из-за мучительных ощущений, хотя они действительно неприятны, сколько потому, что они намного вероятнее. Воздух, которым мы дышим, на 80 % состоит из азота. Когда человеческое тело оказывается под давлением, этот азот растворяется в крови и разносится по сосудам и тканям. Если давление будет изменяться слишком быстро — как бывает при поспешном подъеме водолаза, — этот находящийся в теле азот образует пузырьки, которые заиграют точно также, как в только что открытой бутылке шампанского, закупоривая мелкие кровеносные сосуды, лишая клетки кислорода и заставляя страдальца корчиться от мучительной боли.

Кессонной болезнью с незапамятных времен страдали сборщики губок и искатели жемчуга, но до XIX века она не привлекала особого внимания в западном мире, а потом появилась у людей, которые совсем не намокали (или в крайнем случае не очень сильно и обычно не больше, чем по колено). Это были кессонщики. Кессоны — это замкнутые сухие камеры, создававшиеся наречном дне для облегчения строительства опор мостов. Их наполняли сжатым воздухом, и часто бывало, что рабочие после длительного пребывания под повышенным давлением испытывали легкие симптомы вроде шума в ушах или кожного зуда. Но некоторые — нельзя было заранее предсказать кто — испытывали более сильную боль в суставах, а иногда падали с ног в мучениях и порой больше уже не поднимались.

Все это было крайне непонятным. Иногда рабочие ложились спать, чувствуя себя прекрасно, а утром просыпались парализованными. А порой вообще не просыпались.

Эшкрофт описывает случай с руководителями строительства нового туннеля под Темзой, устроившими незадолго до завершения работ праздничный банкет. К их удивлнию, открытое в сжатом воздухе туннеля шампанское не заиграло. Однако когда они наконец вышли на свежий вечерний лондонский воздух, пузырьки вдруг заиграли, памятно оживив процесс пищеварения.

Кроме полного отказа от работы в среде высокого давления существует всего два надежных способа избежать кессонной болезни. Первый — подвергаться воздействию высокого давления очень короткое время. Именно благодаря этому фри-дайверы, о которых я упоминал раньше, без

вреда могли опускаться на глубину до 150 м. Они не остаются на глубине достаточно долго, чтобы находящийся в организме азот растворился в их тканях. Другое решение заключается в том, чтобы подниматься осторожно, с остановками. Это позволяет пузырькам азота рассеиваться без вреда.[219]

Очень многим из того, что нам известно о выживании в экстремальных условиях, мы обязаны необычной научной группе из отца и сына Джона Скотта и Дж. Б. С. Холдейнов. Даже по свободным критериям английских интеллектуалов, Холдейны славились своими необычайными чудачествами. Старший Холдейн родился в 1860 году в аристократической шотландской семье (его брат был виконтом Холдейном), но провел значительную часть своей научной жизни в сравнительно скромной должности профессора физиологии в Оксфорде. Он отличался поразительной рассеянностью. Однажды, когда жена послала его наверх переодеться к званому обеду, он долго не возвращался, и когда за ним поднялись, то обнаружили его спящим в пижаме. Будучи разбужен, Холдейн объяснил, что когда увидел, что раздевается, то подумал, что время ложиться спать. Поездку в Корнуолл изучать анкилостомы, кишечных паразитов, у местных горняков он считал за отпуск. Живший одно время вместе с Холдейнами прозаик Олдос Хаксли, внук Т. Г. Гексли,[220] довольно жестко пародировал его в образе ученого Эдварда Тантамаунта в романе «Контрапункт».

Вкладом Холдейна в водолазное дело была разработка метода остановок при подъеме из глубины, который позволял избежать кессонной болезни, однако его интересы охватывали всю область физиологии, от изучения горной болезни у альпинистов до солнечных ударов в пустынях. Его особенно интересовало воздействие отравляющих газов на человеческий организм. Чтобы точнее разобраться, каким образом просачивавшаяся окись углерода убивала горняков, он методично отравлял сам себя, все время аккуратно отбирая и исследуя пробы своей крови. Прекратил он это, только когда почти полностью перестал владеть мышцами, а насыщение крови достигло 56 % — уровня, как отмечает Тревор Нортон[221] в своей увлекательной истории водолазного дела «Звезды под морем», который, еще немного, и обрекал на верную смерть.

Сын Холдейна Джон, известный потомкам как Дж. Б. С, был необыкновенным ребенком и проявлял интерес к трудам отца чуть ли не с младенчества. Когда ему было 3 года, слышали, как он капризно выспрашивал отца: «Так это оксигемоглобин или карбоксигемоглобин?» Все юные годы он помогал отцу с экспериментами. В то время оба частенько вместе испытывали газы и противогазы, наблюдая по очереди, как долго каждый из них мог продержаться до потери сознания.

Хотя Дж. Б. С. Холдейн не имел ученой степени в области естественных наук (в Оксфорде он занимался античной литературой), он по праву считался блестящим естествоиспытателем, работая главным образом в Кембридже по заданиям правительства. Биолог Питер Медавар,[222] который всю жизнь провел в кругу выдающихся интеллектуалов, называл его «умнейшим человеком, какого я когда-либо знал». В своем романе «Шутовской хоровод» Хаксли вывел и образ младшего Холдейна, но вместе с тем положил его идею генетических манипуляций с людьми в основу сюжета романа «О дивный новый мир». Наряду со многими другими достижениями Холдейн сыграл центральную роль в соединении Дарвиновых принципов эволюции с результатами работ Грегора Менделя в области генетики, что привело к созданию концепции, которую теперь генетики называют синтетической теорией эволюции.

Возможно, младший Холдейн был единственным в своем роде среди людей, кто находил Первую мировую войну «довольно занятным приключением» и открыто признавал, что ему нравится «возможность убивать людей». Сам он был дважды ранен. После войны имел успех как

научный популяризатор и написал двадцать три книги (а также более четырехсот научных статей). Его книги до сих пор вполне читабельны и поучительны, хотя их не всегда просто достать. Кроме того, он стал горячим поклонником марксизма. Намекали, не без цинизма, что в данном случае им руководил исключительно дух противоречия и что, живи он в России, стал бы там страстным монархистом. Во всяком случае, большинство его статей сначала появлялись в коммунистической «Дейли Уокер».

Тогда как его отца, главным образом, интересовали горняки и действие ядов, младший Холдейн был одержим идеей уберечь подводников и водолазов от неприятных последствий их деятельности. При материальном содействии Адмиралтейства он приобрел декомпрессионную камеру, которую окрестил «кастрюлей-скороваркой». Это был металлический цилиндр, в который можно было втиснуть троих человек и подвергать там всяческим мучительным и опасным испытаниям. От добровольцев могло потребоваться сидеть в ледяной воде и в то же время дышать в «аберрантной», то есть отклоняющейся от нормы, атмосфере или подвергаться резким изменениям давления. В одном из экспериментов Холдейн на себе имитировал опасно быстрый подъем, чтобы посмотреть, что получится. А получилось то, что разорвались пломбы в зубах. «Почти каждый эксперимент, — пишет Нортон, — заканчивался у кого-нибудь сердечным приступом, кровотечением или рвотой». Камера была практически звуконепроницаемой, так что единственным способом для обитателей сигнализировать о несчастье или бедственном положении было настойчиво стучать в стенку камеры или показывать в окошко записки.

В другой раз, отравляя себя высокими дозами кислорода, Холдейн перенес такой жестокий приступ, что пострадали несколько позвонков. Опадание легких было из разряда рядовых неприятностей. Довольно обычными были и разрывы барабанных перепонок; но, как утешительно отмечал Холдейн в одной из своих статей, «перепонка, как правило, заживает; если же дыра в ней остается и кто-то до некоторой степени глохнет, то зато он получает возможность пускать из этого уха табачный дым, что всегда обеспечит успех в компании».

Необычным во всем этом деле было не то, что Холдейн во имя науки с готовностью подвергал себя таким опасностям и неудобствам, а то, что ему ничего не стоило уговорить своих коллег и близких людей тоже забраться в эту камеру. С посаженной туда для имитации погружения его женой однажды случился приступ, продолжавшийся целых тринадцать минут. Когда она наконец перестала корчиться на полу, ее поставили на ноги и отправили домой готовить обед. Холдейн с удовольствием использовал всех, кто попадался под руку. В один прекрасный день им оказался бывший премьер-министр Испании Хуан Негрин. Потом доктор Негрин жаловался на легкий шум в ушах и «странное онемение губ», но в остальном все обошлось благополучно. Он, наверное, считал, что ему повезло. Аналогичный эксперимент с лишением кислорода привел к тому, что Холдейн на шесть лет утратил чувствительность в области ягодиц и нижней части позвоночника.

Среди многочисленных особых забот Холдейна было исследование азотной интоксикации. По все еще малопонятным причинам азот на глубине около 30 м и больше становится сильнодействующим опьяняющим газом. Известны случаи, когда водолазы под его воздействием предлагали подышать из своих шлангов проплывающим мимо рыбам или пытались устроить перекур. Он также вызывает неконтролируемые скачки настроения. Во время одного из испытаний Холдейн отмечал, как подопытный «попеременно впадал в депрессию и предавался безудержной радости, то умолял снизить давление, ибо чувствует себя «чертовски ужасно», то в следующую минуту хохотал и вмешивался в тест на быстроту мышления своего напарника». Чтобы оценить скорость ухудшения состояния подопытного, ученому нужно было входить в камеру вместе с добровольцем для проведения простых математических тестов. Но уже через

несколько минут, как позднее вспоминал Холдейн, «испытатель обычно бывал в состоянии опьянения не меньше испытуемого и часто забывал нажимать кнопку своего секундомера или записывать показания». Причина такого опьянения и сегодня остается загадочной. Считают, что это то же самое, что вызывает алкогольное опьянение, но, поскольку никто точно не знает, что *это* такое, мы толчем воду в ступе. Во всяком случае, если, покидая поверхность, не соблюдать величайшую осторожность, легко попасть в беду.

Это возвращает нас (ну или почти возвращает) к высказанному ранее замечанию, что Земля — не слишком удобное место для обитания живых существ, пусть даже и единственное. Из малой толики поверхности планеты, достаточно сухой, чтобы на ней стоять, поразительно большая ее доля либо слишком жаркая, либо слишком холодная, слишком сухая, слишком крутая, слишком высокая, чтобы от нее была большая польза. Надо признать, что отчасти это и наша вина. Что касается приспособляемости, человеческие существа потрясающе беззащитны. Как и большинству животных, нам не слишком по вкусу по-настоящему жаркие места, но поскольку мы так обильно потеем и легко подвержены тепловым ударам, то являемся особенно уязвимыми. В наихудших условиях — передвигаясь пешком без воды в жаркой пустыне — большинство людей не позже чем через 7–8 часов тронется рассудком и свалится, чтобы, возможно, никогда больше не встать. Не менее беспомощны мы и перед лицом холода. Как все млекопитающие, люди хорошо выделяют тепло; однако — ввиду того, что мы практически безволосы, — мы не в состоянии его удерживать. Даже в сравнительно мягкую погоду половина калорий сжигается, чтобы сохранять тело теплым. Разумеется, мы в значительной мере можем противопоставить этим недостаткам одежду и жилище, но даже при этом части суши, на которых мы подготовлены или способны жить, представляются довольно скромными: всего 12 % общей площади суши и только 4 % всей поверхности Земли, если включить моря.[223]

И все же, когда думаешь об условиях в других местах известной нам Вселенной, удивляет не то, что мы используем такую малую часть нашей планеты, а то, что нам удалось найти планету, где можно пользоваться хотя бы этой малой толикой. Достаточно взглянуть на собственную Солнечную систему — или на Землю в некоторые периоды ее истории, — и станет ясно, что большинство мест намного суровее и значительно менее приспособлены для жизни, нежели наш спокойный, голубой, влажный шарик.

Пока что исследователи Вселенной открыли за пределами Солнечной системы около семидесяти планет[224] — это из находящихся там, как считают, 10 миллиардов триллионов или около того, так что людям вряд ли можно со знанием дела иметь об этом суждение; но тем не менее уже ясно — чтобы получить пригодную для жизни планету, требуется невероятное везение, и чем сложнее жизнь, тем больше нужно везения. Различные исследователи выделили около двух десятков доставшихся нам на Земле особенно благоприятных обстоятельств, но в нашем беглом обзоре мы выделим только четыре основных.

Отличное местоположение. Мы чуть ли не сверхъестественным образом оказались на нужном расстоянии от подходящей звезды, которая достаточно велика, чтобы излучать большое количество энергии, но не настолько велика, чтобы быстро сгореть. Это одна из странностей физики — чем крупнее звезда, тем быстрее она сгорает. Будь наше Солнце в десять раз крупнее, оно исчерпало бы себя за 10 млн, а не за 10 млрд лет, и нас бы здесь теперь не было. Нам также повезло с орбитой. Окажись мы слишком близко, и все на Земле выкипело бы. Слишком далеко — и все бы замерзло.

В 1978 году астрофизик Майкл Харт[225] после некоторых вычислений пришел к заключению, что Земля была бы необитаемой, окажись она на один процент дальше от Солнца или на пять процентов ближе. Это совсем немного, и в действительности, эти границы слишком

заужены. С тех пор они были уточнены и стали несколько шире — от 5 % ближе до 15 % дальше — таковы принимаемые на сегодня границы обитаемой зоны в Солнечной системе. Но это все равно довольно узкий пояс*.

--

** (Открытие экстремофилов в кипящих грязевых резервуарах Йеллоустона и похожих организмов в других местах способствовало пониманию, что вообще-то жизнь того или иного рода может в значительной мере выходить и за эти рамки — возможно, она существует даже под ледяным покровом Плутона. Здесь же речь идет об условиях, порождающих довольно сложные существа, обитающие на поверхности.)*

Чтобы представить, насколько он узок, достаточно взглянуть на Венеру. Венера ближе нас к Солнцу всего на 40 млн км. Солнечное тепло достигает ее всего на 2 мин раньше нас. По размерам и по составу Венера очень схожа с Землей, но небольшая разница в размерах орбит явилась причиной всех существующих различий. Похоже, что в ранний период существования Солнечной системы Венера была чуть теплее Земли и, возможно, на ней были океаны. Но эти несколько лишних градусов тепла привели к тому, что Венера не смогла удержать на своей поверхности воду, что имело губительные последствия для климата. Когда вода испарилась, атомы водорода улетели в космос, а атомы кислорода соединились с углеродом, создав плотную парниковую атмосферу из углекислого газа.[226] На Венере стало очень душно. Хотя люди моего возраста помнят время, когда астрономы надеялись, что под плотными облаками Венеры может найти приют жизнь, возможно даже в виде своеобразной тропической растительности, теперь мы знаем, что окружающая среда там невыносима для любых форм жизни, какие только можно представить. Температура поверхности достигает 470 °С, достаточно, чтобы расплавить свинец, а атмосферное давление на поверхности в 90 раз выше, чем на Земле, выше, чем может выдержать любой человеческий организм. У нас нет техники для изготовления скафандров или даже космических кораблей, на которых можно было бы туда слетать. Наши знания о поверхности Венеры основываются на радиолокационных изображениях и нескольких тревожных всплесках радиосигналов с беспилотного советского зонда, с надеждой сброшенного в облака в 1972 году и проработавшего всего лишь час, прежде чем замолкнуть навсегда.[227]

Вот что происходит, когда вы оказываетесь на две световые минуты ближе к Солнцу. Отодвиньтесь подальше, и проблемой станет не жара, а холод, о чем с ледяным спокойствием свидетельствует Марс. Он тоже когда-то был значительно более приемлемым местом, но не смог удержать достаточно плотную атмосферу и превратился в замерзшую пустыню.[228]

Но находиться на нужном расстоянии от Солнца еще недостаточно, иначе Луна была бы прекрасной лесистой планетой, чего мы явно не наблюдаем. Для этого требуется…

Подходящая планета. Не думаю, что даже многие геофизики, если их попросить перечислить благоприятные, на их взгляд, условия, вспомнят, что мы живем на расплавленной внутри планете, однако можно с большой долей уверенности утверждать, что без бушующей под нами магмы нас бы здесь не было. Кроме всего прочего, наши активные недра способствовали формированию атмосферы и магнитного поля, которые защищают нас от космического излучения. Они также дали нам тектонику плит, которая постоянно обновляет и корежит поверхность. Если бы Земля была совершенно гладкой, ее покрывал бы слой воды в три километра толщиной. В этом безбрежном океане могла бы существовать жизнь, но наверняка не было бы футбола.

В дополнение к благотворной активности недр Земли мы еще располагаем нужными элементами, причем в правильных пропорциях. В буквальном смысле мы сделаны из подходящего материала. Это так важно для нашего благополучия, что через минуту мы собираемся поговорить об этом обстоятельнее, но сначала нам надо рассмотреть два оставшихся фактора, начиная с того, который часто упускают из виду.

Мы двойная планета. Немногие из нас считают Луну — планетой, но, по существу, это именно так. Большинство спутников очень малы по сравнению с главной планетой. Например, спутники Марса Фобос и Деймос в диаметре всего порядка десяти километров. А диаметр нашей Луны больше четверти диаметра Земли, тем самым наша планета единственная в Солнечной системе имеет спутник столь значительного относительно нее размера (Плутон не в счет, потому что он сам слишком мал[229]), и это имеет огромное значение.

Без уравновешивающего влияния Луны Земля болталась бы как останавливающийся волчок, и одному богу известно, какие последствия это имело бы для климата и погоды. Устойчивое гравитационное воздействие Луны позволяет Земле вращаться с нужной скоростью и под нужным углом, обеспечивая такую устойчивость, какая необходима для длительного и благополучного развития живых организмов. Это не будет продолжаться вечно. Луна ускользает из наших объятий со скоростью примерно 4 см в год. В следующие 2 миллиарда лет она ретируется так далеко, что не будет поддерживать нашу устойчивость, и нам придется придумывать какое-то другое решение, но пока можно размышлять о нашей спутнице как о приятной принадлежности ночного неба.[230]

Долгое время астрономы предполагали, что либо Луна и Земля образовались одновременно, либо Земля захватила Луну, когда та пролетала мимо. Теперь мы считаем, как уже было сказано в одной из предшествующих глав, что около 4,4 млрд лет назад в Землю врезался объект размером с Марс, вырвав достаточно вещества, чтобы из обломков образовалась Луна. Ясно, что для нас это было большой удачей, особенно то, что все это произошло так давно. Случись это в 1896 году или в прошлую среду, мы, конечно, были бы далеко не так довольны. Это подводит нас к четвертому и во многих отношениях решающему соображению.

Выбор времени. Вселенная — поразительно непостоянное и богатое событиями место, и наше существование в ней является чудом. Если бы растянувшаяся примерно на 4,6 млрд лет невообразимо сложная последовательность событий не оборачивалась бы определенным образом в определенное время — если бы астероид, взять хотя бы один очевидный пример, не стер с лица земли существовавших тогда динозавров, — вы могли бы быть размером в несколько сантиметров, с усиками и хвостиком и читали бы все это, сидя в норке.[231]

Мы этого не знаем наверняка, поскольку нам не с чем сравнить свое собственное существование, однако представляется вполне очевидным, что если вы хотите в конечном счете получить умеренно развитое общество мыслящих существ, то надо оказаться в нужном конце очень длинной цепи вытекающих друг из друга событий и явлений, включающих приемлемые периоды стабильности, перемежающиеся подходящим количеством сложных и напряженных ситуаций (на их роль как раз подходят ледниковые периоды), и при этом полностью избежать настоящих катаклизмов. Как мы увидим дальше, нам с этим очень повезло.

И после этого замечания давайте ненадолго вернемся к вопросу о составляющих нас элементах.

На Земле в природной среде встречается 92 элемента (плюс еще около 20 созданы в лабораториях), однако некоторые из них мы можем сразу же отложить в сторону, как в жизни

склонны поступать и химики. Немало наших земных элементов удивительно мало изучены. Например, практически ничего не известно про астат. Он имеет название и место в периодической таблице (по соседству с полонием Марии Кюри), но, кроме этого, практически ничего. Проблема не в отсутствии интереса у ученых, а в малой распространенности. Просто его у нас не так уж много. Однако самым неуловимым из всех элементов, похоже, является франций, который настолько редок, что, как считают, на всей планете в любой данный момент насчитывается меньше 20 атомов франция.[232] В целом всего около 30 встречающихся в природе элементов широко распространены на Земле, и лишь полдюжины из них имеют особо важное значение для жизни.

Как вы могли ожидать, нашим самым распространенным элементом, составляющим чуть менее 50 % земной коры, является кислород, но далее относительное обилие часто оказывается неожиданным. Кто бы, например, подумал, что вторым, самым распространенным элементом на Земле является кремний или что титан занимает десятое место? Распространенность имеет мало общего с известностью или полезностью для нас. Многие из менее известных элементов на самом деле распространены шире более известных. Церия на Земле больше, чем меди, а неодима и лантана больше кобальта или азота.[233] Олово еле входит в пятый десяток, его затмевают такие сравнительно малоизвестные элементы, как празеодим, самарий, гадолиний и диспрозий.

Распространенность имеет мало общего и с легкостью обнаружения. Алюминий — четвертый из самых распространенных на Земле элементов, составляет почти десять процентов того, что у вас под ногами, но о его существовании даже не подозревали, пока он не был открыт в XIX веке Гэмфри Дэви, и долгое время после этого он считался редким драгоценным металлом. Конгресс чуть было не покрыл блестящей алюминиевой фольгой Монумент Вашингтона, дабы показать, какой шикарной преуспевающей страной мы стали, а французская императорская семья в то же самое время отказалась от парадного столового серебра, заменив его алюминиевым сервизом. Держаться на острие моды приходится даже ценой тупых ножей.

Распространенность также не обязательно имеет отношение к важности элемента. Углерод лишь пятнадцатый по распространенности элемент, на него приходятся весьма скромные 0,048 % земной коры,[234] но без него мы бы пропали. Атом углерода бесстыдно неразборчив в связях. Подобно доступной каждому девице атомного мира, он цепляется ко множеству других атомов (включая себе подобных) и крепко держит, образуя на молекулярном уровне прочные цепочки, какие водят танцующие в веселом южно-американском конга, — тот самый трюк природы, без которого не обойтись при создании белков и ДНК. Как пишет Пол Дэвис: «Если бы не углерод, жизнь, какую мы знаем, была бы невозможна. Вероятно, была бы невозможна жизнь любого рода». И тем не менее углерода не так уж много даже в нас, крайне от него зависящих. Из каждых двухсот атомов в вашем теле 126 — атомы водорода, 51 — кислорода и только 19 — углерода*.

--

** (Из остальных четырех 3 атома азота, а оставшийся атом делится между всеми остальными элементами.)*

Другие элементы важны не для сотворения жизни, а для ее поддержания. Железо требуется для производства гемоглобина, без которого мы бы погибли. Кобальт необходим для образования витамина B_{12}. Калий и совсем немножко натрия без преувеличения полезны для ваших нервов. Молибден, марганец и ванадий благотворны для ферментов. Цинк — хвала ему — окисляет алкоголь.

Мы эволюционировали таким образом, чтобы использовать эти вещества или переносить их

присутствие — иначе мы вряд ли могли оказаться здесь, но, несмотря на это, мы можем существовать лишь в очень узких рамках допустимого. Для всех нас жизненно важен селен, но примите его чуточку больше, и это станет последним делом вашей жизни. Потребность организма в определенных элементах или степень их переносимости унаследованы в ходе его эволюции. Овцы и крупный рогатый скот ныне пасутся бок о бок, но, по существу, у них очень разные потребности в минералах. Нынешнему крупному скоту требуется довольно значительное количество меди, потому что они развивались в районах Европы и Африки, для которых было характерно обилие меди. Овцы, с другой стороны, развивались в бедных медью областях Малой Азии. Вполне естественно, что наша переносимость элементов, как правило, прямо пропорциональна их распространению в земной коре. Мы эволюционировали в расчете на небольшие количества редких элементов, которые накапливаются в мясной или растительной пище, которую мы потребляем, а иногда потребность в этих элементах является критической. Но стоит увеличить дозу, в ряде случаев совсем незначительно, и скоро мы можем перейти безопасный порог. Многое здесь еще не до конца понятно. Никто, например, не знает, нужно ли для нашего здоровья едва заметное количество мышьяка. Некоторые авторитеты утверждают, что нужно; другие — нет. Что известно определенно, так это то, что слишком большое его количество вас убьет.

Свойства элементов становятся еще более удивительными, если их соединить. Например, кислород и водород — два из находящихся под рукой самых легко воспламеняющихся элемента, но объедините их — и вы получите невоспламеняемую воду*.

---

* *(Сам кислород не является воспламеняющимся; он лишь способствует воспламенению других предметов. Это даже хорошо, потому что, если бы кислород был воспламеняющимся, каждый раз, когда вы зажигали бы спичку, вас бы охватывало пламенем окружающего воздуха. С другой стороны, газообразный водород чрезвычайно огнеопасен, как наглядно показал несчастный случай с дирижаблем «Гинденбург», когда 6 мая 1937 года в Лейкхерсте, штат Нью-Джерси, водород, которым он был наполнен, полыхнул пламенем, унеся жизни 36 человек.)*

Еще более необычным является соединение натрия, одного из самых химически активных элементов, и хлора, одного из наиболее токсичных. Бросьте кусочек чистого натрия в обычную воду и получится взрыв, достаточно сильный, чтобы убить вас. Хлор еще более опасен. Хотя в слабых концентрациях его используют для уничтожения микроорганизмов (это как раз хлором пахнет отбеливатель), в больших количествах он смертелен. В Первую мировую войну именно хлор был избран составной частью многих отравляющих газов. И как могут засвидетельствовать многие пловцы с покрасневшими глазами, даже очень слабый его раствор неблагоприятен для человеческого организма. Но соедините эти два опасных элемента, и что вы получите? Хлористый натрий — обыкновенную поваренную соль.

Как правило, если элемент не проникает в наш организм естественным путем — скажем, если он нерастворим в воде, — мы будем плохо его переносить. Свинец для нас ядовит, потому что мы никогда не подвергались его воздействию, пока не стали делать из него посуду и водопроводные трубы. (Не случайно химический символ свинца — PЬ, от латинского слова plumbum, означающего водопроводное дело.) Римляне, кроме того, придавали свинцом пикантный вкус вину, что, возможно, отчасти послужило причиной того, что римляне теперь не те. Как мы видели, наши отношения со свинцом (не говоря уж о ртути, кадмии и всех других промышленных загрязнителях, дозы которых мы регулярно получаем) не оставляют много места для самодовольства. Ну а к тем элементам, которые не встречаются на Земле в естественном

виде, у нас не выработано никакой переносимости, так что им свойственно быть для нас чрезвычайно токсичными, как, скажем, плутоний. Наша переносимость плутония равна 0: ни при каком уровне вам не захочется быть рядом.

Я так долго распространялся об этом, чтобы донести до вас одну небольшую истину: Земля выглядит такой чудесно приспособленной для нас в значительной мере потому, что мы на ней развивались и приспосабливались к ее условиям. Мы восхищаемся и удивляемся не тому, что она пригодна для жизни, а тому, как хорошо она подходит к *нашей* жизни, — а этому вряд ли стоит удивляться. Возможно, многое из того, что создает нам замечательные условия — Солнце нужных размеров, преданная нам Луна, дружелюбный углерод, невпроворот расплавленной магмы и все прочее, — представляется великолепным, потому что мы возникли именно в таких условиях. Никто не сможет ответить на этот вопрос.

Другие миры, возможно, служат убежищем существам, которые радуются серебристым озерам ртути и плывущим в небе аммиачным облакам. Обитатели, возможно, гордятся, что их планета не трясет их из-за бессмысленно трущихся друг о друга плит и не изрыгает на окрестности грязные потоки лавы, а постоянно находится в безмятежном, никакой тебе тектоники, покое. Далекие гости Земли почти наверняка были бы поражены, обнаружив, что мы обитаем в атмосфере, состоящей из азота, газа, упрямо не желающего вступать в какие-либо реакции, и кислорода, настолько пристрастного к горению, что нам приходится повсюду держать пожарные команды, дабы предохранить себя от его веселеньких последствий. Но даже если наши гости дышат кислородом, ходят на двух ногах, любят гулять по магазинам и смотреть кино, вряд ли они сочтут Землю идеальным местом. Мы даже не сможем угостить их обедом, потому что наша пища содержит следы марганца, селена, цинка и частицы других элементов, часть из которых окажутся для них ядовитыми. Земля может вовсе не показаться им сказочным местом.

Физик Ричард Фейнман любил шутить по поводу апостериорных выводов — логического хода мысли от уже известных фактов к возможным причинам. «Знаешь, со мною ночью случилась поразительная вещь, — рассказывал он. — Я видел во сне машину с номером ARW 357. Можешь себе представить? Какова вероятность увидеть именно этой ночью из множества миллионов номеров машин именно этот номер? Поразительно!» Он, конечно, имел в виду, как легко изобразить любую тривиальную ситуацию как нечто необыкновенное, если придавать ей судьбоносное значение.

Так что, возможно, что явления и обстоятельства, которые привели к возникновению жизни на Земле, не так уж необычайны, как нам нравится думать. И все же они были достаточно необычными. Бесспорно одно: им придется оставаться такими, как есть, пока мы не подыщем чего-нибудь получше.

17
В ТРОПОСФЕРУ

Спасибо Всевышнему за атмосферу. Она держит нас в тепле. Без нее Земля была бы безжизненным ледяным шаром со средней температурой -50 °С. Кроме того, атмосфера поглощает подлетающие рои космических лучей, заряженные частицы, ультрафиолетовое излучение и тому подобное. В целом газовая толща атмосферы равноценна 4,5 метрам защитной стены из бетона, и, не будь ее, эти невидимые гости из космоса пронзали бы нас, подобно крошечным кинжалам. Даже дождевые капли колотили бы нас до бесчувствия, не замедляй их падения атмосфера.

Самое поразительное в отношении атмосферы состоит в том, что ее не так уж много. Она простирается до высоты примерно 190 км, что может казаться довольно порядочным, если смотреть с земной поверхности, но если сжать Землю до размеров обычного настольного глобуса, то высота атмосферы не превысит толщины пары слоев лакового покрытия.[235]

В научных целях атмосфера подразделяется на четыре неравных слоя: тропосферу, стратосферу, мезосферу и ионосферу (теперь часто называемую термосферой). Тропосфера — это тот слой, который так дорог нам. Только он содержит достаточно тепла и кислорода для нашей жизнедеятельности, хотя даже он быстро становится неблагоприятным для жизни по мере подъема вверх. От уровня земли до высшей точки тропосферы (или «вращающейся сферы») около 16 км на экваторе и не более 10–11 км в умеренных широтах, там, где живет большинство из нас. 80 % массы атмосферы, практически вся вода и тем самым практически все погодные явления ограничены этим тонким, как дымка, слоем. Поистине, между вами и пустотой не так уж много места.

За тропосферой находится *стратосфера*. Когда на ваших глазах верхушка грозового облака сплющивается в классическую форму наковальни, вы смотрите на границу между тропосферой и стратосферой. Этот невидимый потолок известен как тропопауза. Ее открыл в 1902 году поднимавшийся на воздушном шаре француз Леон Филипп Тейсеран де Бор. «Пауза» здесь означает не кратковременный перерыв, а полное окончание; она от того же греческого корня, что и в слове «менопауза». Даже там, где высота тропосферы максимальная, тропопауза не так уж далека. Скоростной лифт, вроде тех, что работают в современных небоскребах, легко доставил бы вас к ней минут за двадцать, хотя я настоятельно не рекомендовал бы туда ездить. Такой быстрый подъем без поддержания давления в кабине по меньшей мере привел бы к тяжелым отекам головного мозга и легких, опасному избытку жидкости в тканях тела. Когда открылись бы двери смотровой площадки, все находившиеся в лифте почти наверняка были бы мертвы или при смерти. Даже более размеренный подъем сопровождался бы серьезными неудобствами. Температура на высоте 10 км может достигать минус 57 °С, к тому же вы были бы весьма признательны за лишний глоток кислорода.

После того как вы покидаете тропосферу, температура скоро снова повышается примерно до 4 °С, на этот раз благодаря поглощению излучения озоном (тоже открытому де Бором во время своего отважного подъема в 1902 году). Затем, в мезосфере, она резко падает до -90 °С, а потом, в уместно названной, но очень непостоянной термосфере, где температура между днем и ночью может колебаться в пределах 500 °С, взлетает до 1500 °С, хотя надо отметить, что «температура» на такой высоте становится до некоторой степени символическим понятием. В действительности температура — это всего лишь мера быстроты движения молекул. На уровне моря воздух наполнен молекулами так плотно, что отдельная молекула может переместиться на

совсем крошечное расстояние — если быть точным, на одну десятую микрона, — а потом сталкивается с другой. Из-за непрерывных столкновений триллионов молекул происходит очень интенсивный теплообмен. Но на высоте термосферы, 80 км и выше, воздух настолько разрежен, что между любыми двумя молекулами будут в сотни тысяч раз большие расстояния, и они сталкиваются очень редко. Так что хотя каждая из молекул очень быстрая, между ними мало взаимодействия и тем самым незначительная теплопередача. Это хорошо для спутников и космических кораблей, потому что при более эффективном теплообмене любой рукотворный предмет, вращающийся на этом уровне, был бы сразу объят пламенем.[236]

Но даже при этом космические корабли в верхней атмосфере должны управляться с осторожностью, особенно при возвращении на Землю, как это показала в феврале 2003 года трагедия с космическим челноком «Колумбия». Хотя атмосфера и представляется очень тонкой, если корабль спускается под слишком большим углом — более 6 градусов — или слишком быстро, он столкнется с таким количеством молекул, что их сопротивление приведет к воспламенению.[237] И наоборот, если спускающийся корабль войдет в стратосферу под слишком малым углом, он вполне может отскочить в космос, подобно прыгающему по воде камешку.

Но вам нет нужды рисковать, отправляясь на край атмосферы, чтобы лишний раз вспомнить о том, какими отчаянно цепляющимися за землю существами мы являемся. Как известно каждому пожившему в горном городке, ваш организм начинает протестовать при подъеме не так уж на много сотен метров над уровнем моря. Даже опытные альпинисты, обладающие преимуществами, которые дает общефизическая и специальная подготовка, а также баллоны с кислородом, на высоте быстро становятся подвержены тошноте, усталости, обморожениям, потере ориентации, страдают от переохлаждения, мигреней, утраты аппетита и многих других функциональных расстройств. Сотней убедительных способов человеческий организм напоминает своему хозяину, что он не приспособлен действовать так высоко над уровнем моря.

«Даже при самой благоприятной обстановке, — писал об условиях на вершине Эвереста альпинист Питер Хабелер,[238] — каждый шаг на этой высоте требует колоссального усилия воли. Ты должен заставлять себя делать любое движение, например что-нибудь взять. Постоянно одолевает свинцовая, смертельная усталость». В своей книге «Другая сторона Эвереста» английский альпинист и кинорежиссер Мэтт Дикинсон рассказывает, как Говард Сомервелл[239] во время экспедиции на Эверест в 1924 году «почувствовал, что задыхается насмерть из-за оторвавшегося и застрявшего в дыхательном горле кусочка собственной плоти». Огромным усилием Сомервеллу удалось откашлять закупоривший горло кусок. Оказалось, что это «просто фрагмент слизистой его собственной гортани».

Физические страдания особенно тяжелы начиная с высоты 7500 м — уровня, известного среди альпинистов как Зона Смерти, но многие тяжело переносят уже высоту более 4500 м и даже могут опасно заболеть. Такая чувствительность имеет мало отношения к тренированности. Порой бабули резво скачут по высоченным горкам, тогда как их крепкие отпрыски беспомощно стонут, лежа пластом, пока их не спустят пониже.

Считается, что абсолютный предел высоты, на которой еще возможно постоянное пребывание человека, — примерно 5500 м, но даже люди, прошедшие специальную высотную подготовку, могут не переносить подолгу такие высоты. В книге «Жизнь в экстремальных условиях» Фрэнсис Эшкрофт отмечает, что серные рудники в Андах находятся на высоте 5800 м, но горняки предпочитают каждый вечер спускаться на 460 м и на следующий день снова подниматься наверх, вместо того чтобы постоянно жить на той высоте. У коренных обитателей высокогорья за тысячелетия зачастую развиваются непропорционально большие грудная клетка и легкие и почти на треть возрастает концентрация переносящих кислород красных кровяных

клеток, хотя существует предел их концентрации, ибо кровь может стать слишком густой, чтобы свободно течь по сосудам. Кроме того, на высоте больше 5500 м даже самые адаптированные женщины из-за нехватки кислорода не могут до конца выносить плод.

Когда в 1780-х годах в Европе начались экспериментальные подъемы на воздушных шарах, воздухоплавателей удивило, что с высотой становилось заметно холоднее. Казалось бы, логика подсказывает, что чем ближе к источнику тепла, тем должно быть теплее. Ответ частично состоит в том, что вы, по существу, не приближаетесь к Солнцу. Солнце находится в 150 млн км. Приблизиться к нему на несколько сотен метров — это все равно что, находясь в Огайо, сделать шаг в сторону лесного пожара в Австралии и ожидать, что почувствуешь запах дыма. Ответ снова возвращает нас к проблеме плотности молекул в атмосфере. Солнечные лучи возбуждают атомы. Те при столкновениях выделяют полученную энергию, что и приводит к повышению температуры. Когда в летний день вы чувствуете, как солнышко пригревает спину, на самом деле это дают о себе знать возбужденные атомы. Чем выше вы поднимаетесь, тем меньше остается молекул и тем реже между ними происходят столкновения. Воздух — обманчивая штука. Мы склонны думать, что даже на уровне моря он абсолютно бесплотный и почти невесомый. На самом деле он обладает внушительной массой, и эта масса часто себя проявляет. Океанограф Уайвилль Томсон[240] более века назад писал: «Просыпаясь утром, мы иногда узнаем, что показатель барометра поднялся на дюйм, что за ночь на нас потихоньку взвалили почти полтонны, однако не испытываем неудобства, а скорее встаем бодрыми и веселыми, потому что в более плотной среде организму требуется сравнительно меньше усилий для движения».[241] Ваше тело не оказывается раздавленным лишней половиной тонны по той же причине, что и глубоко под водой: оно в основном состоит из несжимаемых жидкостей, которые давят обратно, уравнивая давление снаружи и изнутри.

Но приведите воздух в движение, будь то ураган или даже свежий ветер, и он скоро напомнит вам, что обладает значительной массой. Всего вокруг нас около 5200 млн тн воздуха — по 10 млн тн на каждый квадратный километр планеты — не такая уж незначительная величина. Когда миллионы тонн атмосферы устремляются со скоростью 50–60 км/ч, вряд ли кого удивит, что ломаются сучья и слетает с крыш черепица. Как отмечает Антони Смит,[242] типичный атмосферный фронт может состоять из 750 млн тонн холодного воздуха, прижатых миллиардом тонн более теплого. Стоит ли удивляться, что метеорологические последствия порой захватывают воображение.

В мире у нас над головами, безусловно, не наблюдается недостатка энергии. Подсчитано, что одна гроза может заключать в себе количество энергии, эквивалентное количеству электроэнергии, потребляемому всеми Соединенными Штатами в течение четырех дней.[243] В подходящих условиях грозовые облака могут возвышаться на 10–15 км, скорость восходящих и нисходящих токов внутри них превышает 150 км/ч. Часто они расположены рядом, потому пилоты и не хотят летать сквозь них. В ходе этого внутреннего брожения находящиеся в облаке частицы заряжаются электричеством. По не совсем еще понятным причинам более легким частицам свойственно нести положительные заряды и подниматься воздушными потоками в верхние слои. Более тяжелые частицы удерживаются у основания, накапливая отрицательные заряды. Эти отрицательно заряженные частицы неудержимо тянет к положительно заряженной Земле, и остается лишь пожелать удачи всему тому, что окажется у них на пути. Молния летит со скоростью 4 млн км/ч[244] и может нагреть окружающий воздух до весьма бодрящей температуры в 25 тысяч градусов Цельсия, в несколько раз жарче, чем на поверхности Солнца. В любой момент на земном шаре происходит в среднем 1800 гроз — около 40 тыс в день. По всей планете днем и ночью каждую секунду в землю ударяет сотня молний. Небо — довольно

оживленное место.

Значительная часть наших знаний о том, что происходит там, наверху, получена на удивление недавно. Струйные течения, обычно отмечаемые на высоте 9-11 тысяч метров, способны достигать скорости 300 км/ч и в огромной степени влиять на состояние погоды целых материков, а ведь об их существовании не подозревали, пока летчики не стали залетать в них во время Второй мировой войны. Даже теперь о многих атмосферных явлениях существует весьма приблизительное представление. Время от времени в полеты самолетов вносит оживление вид волнового движения, известного в обиходе как турбулентность при ясном небе. Два десятка таких происшествий в год — достаточно серьезное дело, чтобы о нем сообщить. Эти случаи не связаны ни со строением облаков и ни с чем-либо другим, что можно обнаружить визуально или с помощью радаров. Это просто зоны внезапной турбулентности среди безмятежно спокойного неба. В одном таком случае самолет, летевший в тихую погоду из Сингапура в Сидней над центральной Австралией, вдруг упал на 90 м — достаточно, чтобы не пристегнутых к креслам пассажиров подбросило к потолку. Пострадало двенаддать человек, один серьезно. Никто не знает, что служит причиной таких опасных для целостности корабля воздушных ям.

Процесс, в результате которого воздух перемещается в атмосфере, аналогичен тому, что движет внутренним механизмом планеты, это — конвекция. В экваториальных широтах влажный теплый воздух поднимается вверх, пока не встречает препятствие в виде тропопаузы и затем распространяется вширь. Удаляясь от экватора, он остывает и опускается вниз. Достигнув нижней точки, часть воздуха стремится к областям низкого давления и, завершая кругооборот, поворачивает к экватору.

На экваторе конвекционный процесс обычно стабилен и погода, как и следует ожидать, солнечная и ясная, но вот в умеренных поясах характер погоды в большей мере определяется сезоном, местонахождением и просто случайными факторами, что приводит к бесконечному противоборству воздушных систем высокого и низкого давления. Системы низкого давления создаются поднимающимся воздухом, который уносит в небо молекулы воды, образуя облака и в конечном счете вызывая дождь. Теплый воздух может содержать больше влаги, чем холодный, потому тропические и летние ливни бывают самыми обильными. Таким образом, областям низкого давления свойственна облачная, дождливая погода, а области высокого давления несут ясные солнечные дни. Когда же обе эти системы встречаются, это часто бывает заметно по облакам. Например, слоистые облака — те самые неприятные скучные, облегающие все небо, — возникают, когда насыщенным влагой восходящим воздушным потокам не хватает сил, чтобы пробиться сквозь находящийся выше слой более плотного воздуха, и они расползаются вширь, как дым по потолку. В самом деле, если вы как-нибудь понаблюдаете за курильщиком, проследите за поднимающейся кверху в неподвижном воздухе струйкой дыма, то хорошо представите, как это происходит. Сначала дым поднимается прямо вверх (это называется ламинарным течением, запомните это слово, если хотите произвести на кого-нибудь впечатление), а затем расстилается широким волнистым слоем. Самый мощный компьютер в мире, самым тщательным образом контролирующий окружающую среду, не сможет точно предсказать, какую форму примут эти завитки дыма, так что можете представить себе трудности, стоящие перед метеорологами, когда они пытаются предсказать такие движения в кружащемся, продуваемом ветром полномасштабном мире.

Что мы знаем наверняка, так это то, что, поскольку солнечное тепло распределяется неравномерно, на планете возникает разница в атмосферном давлении. Воздух не может этого терпеть и поэтому мечется из стороны в сторону, пытаясь всюду уравнять положение вещей. Ветер — это попросту способ, которым воздух пытается поддерживать равновесие. Воздух всегда перетекает из областей высокого давления в области низкого давления (как и следует

ожидать; представьте что-либо наполненное воздухом — воздушный шар, или пневматический баллон, или самолет с выбитым иллюминатором — и вспомните, как настойчиво сжатый воздух стремится вырваться наружу), и чем больше разница в давлении, тем сильнее ветер.

Между прочим, ветер набирает силу заметно быстрее, чем растет его скорость, например, при скорости 300 км/ч он не просто в десять, а в сто раз сильнее ветра скоростью 30 км/ч — и потому значительно разрушительнее. Добавьте к этому эффекту несколько миллионов тонн воздуха, и результат может получиться весьма внушительный. Тропический циклон за двадцать четыре часа способен высвободить столько энергии, сколько потребляет за год богатая страна средних размеров, такая как Англия или Франция.

О стремлении атмосферы к равновесию первым высказался Эдмонд Галлей — он поспевал всюду, — а в восемнадцатом веке эту идею последовательно развил его соотечественник Бритон Джордж Хэдли, обнаруживший, что восходящие и нисходящие токи воздуха имеют свойство создавать «ячейки» (с тех пор известные как *«ячейки Хэдли»*). Будучи юристом по профессии, Хэдли в то же время живо интересовался погодой (в конце концов, он же был англичанином), кроме того, он предположил наличие связи между своими ячейками, вращением Земли и наблюдаемыми отклонениями воздушных потоков, которые порождают пассаты. Однако детали этих процессов объяснил в 1835 году профессор механики Высшей политехнической школы в Париже Гюстав-Гаспар Кориолис, и теперь мы ныне называем это явление **эффектом Кориолиса**.[245] (Другим достижением Кориолиса в Школе было внедрение водяных охладителей, которые, по-видимому, до сих пор известны там как кориосы.) На экваторе Земля вращается с порядочной скоростью 1675 км/ч, хотя по мере приближения к полюсам скорость значительно падает; например в Лондоне и Париже около тысячи км/ч. Если вдуматься, объяснение самоочевидно. Когда вы находитесь на экваторе, вращающейся Земле приходится за сутки переносить вас на весьма значительное расстояние — около 40 тыс. км, прежде чем вы вернетесь на исходное место, тогда как, стоя у полюса, вам может потребоваться всего лишь несколько метров, чтобы совершить полный оборот; хотя в обоих случаях на возврат в точку отправления потребуется 24 часа. Отсюда следует, что чем ближе к экватору, тем быстрее приходится вращаться.

Эффект Кориолиса объясняет, почему все, что движется в воздухе по прямой линии вбок от направления вращения Земли, отклоняется вправо в Северном полушарии и влево в Южном. Все дело в том, что под нами поворачивается Земля. Классический пример: представьте, что вы стоите в центре большой карусели и кидаете мяч кому-нибудь, находящемуся на краю. Когда мяч долетит до края, тот, кому вы его кидали, продвинется вперед, и мяч пролетит позади него. В его глазах это будет выглядеть так, будто мяч отклонился в сторону. Это и есть эффект Кориолиса, и именно он заставляет тропические циклоны крутиться волчком. Сила Кориолиса объясняет, почему при стрельбе из корабельных орудий делается поправка влево или вправо; иначе снаряд, летящий на 25 км, отклонится примерно на 100 м и безобидно плюхнется в море.

Принимая во внимание практическую и психологическую важность погоды почти для каждого из нас, удивительно, что метеорология не существовала как наука до самого начала XIX века (правда, сам термин «метеорология» существует с 1626 года, когда его употребил Т. Грейнджер[246] в книге о логике).

Проблема отчасти заключалась в том, что для получения удовлетворительных результатов в метеорологии нужны точные измерения температуры, а термометры долгое время было изготовлять труднее, чем можно подумать. Для получения точных показаний требовалось проделать в стеклянной трубке очень ровное отверстие, а это было нелегко. Первым, кто решил эту задачу, был голландский инструментальный мастер Габриель Даниель Фаренгейт. В 1717

году он изготовил точный термометр. Правда, по непонятным причинам он градуировал прибор таким образом, что тот обозначал точку замерзания 32 градусами, а точку кипения 212 градусами.[247] Эта числовая эксцентричность с самого начала создавала известные неудобства, и в 1742 году шведский астроном Андере Цельсий придумал конкурирующую шкалу. Как бы в доказательство того, что изобретатели редко делают все абсолютно правильно, Цельсий принял точку кипения за нуль, а точку замерзания за 100 градусов. Правда, вскоре их поменяли местами.

Чаще всего отцом современной метеорологии называют английского фармацевта Люка Хоуарда, получившего известность в начале XIX века. Сегодня о нем главным образом помнят в связи с тем, что в 1803 году он дал названия типам облаков. Хотя Хоуард был активным и уважаемым членом Линнеевского общества и применял принципы Линнея в своей новой системе, в качестве форума для сообщения о своей новой классификации он выбрал менее известное Аскезианское общество. (Вы, возможно, вспомните по одной из предыдущих глав, что члены его предавались необычным удовольствиям от вдыхания закиси азота, так что нам лишь остается надеяться, что там отнеслись к сообщению Хоуарда с незамутненным вниманием, как оно того заслуживало. В этом вопросе его биографы хранят странное молчание.)

Хоуард разделил облака на три группы: слоистые для облаков, стелющихся на определенной высоте, кучевые для пушистых облаков и перистые для высоких неплотных образований, обычно предвещающих похолодание. К ним он впоследствии добавил четвертое название — дождевые. Прелесть системы Хоуарда в том, что можно свободно объединять основные компоненты, получая описание проплывающих облаков любых очертаний и размеров — слоисто-кучевых, перисто-слоистых, кучево-дождевых и так далее. Она сразу приобрела огромный успех, и не только в Англии. Система настолько захватила Гете, что он посвятил Хоуарду четыре стихотворения.

С годами система Хоуарда значительно пополнилась; настолько, что всеобъемлющий, хотя и мало читаемый «Международный атлас облаков» вырос до двух томов, но интересно, что практически все послехоуардовские типы облаков — например, мамматусы, пилеусы, небулосисы, списсатусы, флоккулы, медиокрисы — никогда не имели смысла для тех, кто не связан с метеорологией, да и в среде метеорологов, как мне говорили, они не слишком много значат. Кстати, в первом, значительно более тонком издании этого атласа, вышедшем в свет в 1896 году, облака подразделялись на десять основных типов, среди которых самые пухлые и мягкие, как подушка, — кучево-дождевые — числились под номером 9*. Видимо, отсюда и пошло английское выражение «быть на девятом облаке».

** (Если вас когда-нибудь удивляло, до чего изумительно резко очерчены края кучевых облаков, при том, что другие облака гораздо более расплывчаты, объяснение состоит в том, что налицо резко выраженная граница между влажной внутренностью кучевого облака и сухим воздухом снаружи. Любая молекула воды, которая выходит за край облака, тут же уносится сухим наружным воздухом, позволяя облаку сохранить четкий край. Расположенные намного выше перистые облака содержат кристаллики льда, зона между их краем и наружным воздухом не так ясно выражена, поэтому их края более расплывчаты.)*

При всей мощи и неистовстве редких грозовых облаков обычное облако вообще-то кроткое и удивительно бесплотное существо. Пушистое летнее кучевое облако шириной несколько сотен метров может содержать не больше 100–150 литров воды — «достаточно, чтобы наполнить ванну», как заметил Джеймс Трефил. Некоторое представление о бесплотности облаков можно получить, побродив в тумане, который в конечном счете есть не более чем облако, которому не хватает желания взлететь. Снова процитируем Трефила: «Пройдя сотню метров сквозь обычный

туман, вы соприкоснетесь лишь с половиной кубического дюйма воды[248] — не хватит даже на хороший глоток». Так что облака не являются существенными резервуарами воды. В каждый данный момент над нами проплывает всего лишь около 0,035 % имеющейся на Земле пресной воды.

В зависимости от того, куда упадет молекула воды, ее дальнейшая судьба может сложиться по-разному. Если она опустится на плодородную почву, то ее усвоят растения, и не более чем через несколько часов или дней она снова испарится. Но если она найдет путь к грунтовой воде, то может не увидать солнца много лет — тысячи лет, если проникнет по-настоящему глубоко. Когда вы глядите на озеро, то видите скопление молекул, находящихся там около десяти лет. В океане же, как считают, длительность их пребывания исчисляется примерно сотней лет. В целом приблизительно 60 % падающих с дождем молекул воды возвращается в атмосферу в течение одного-двух дней. Испарившись, они проводят на небе около недели — Драри[249] говорит, 12 дней, — прежде чем снова выпасть в виде дождя.

Испарение — скоротечный процесс, как вы можете легко оценить по участи лужицы в летний день. Даже такой большой водоем, как Средиземное море, может высохнуть, скажем, за тысячу лет, если его постоянно не пополнять. Такое явление имело место чуть менее 6 млн лет назад и привело к тому, что в науке называют Мессинским кризисом солености. А случилось то, что материковые подвижки перекрыли Гибралтарский пролив. По мере высыхания Средиземного моря его испарения выпадали в виде пресноводного дождя в другие моря, слегка уменьшая их соленость, и в результате они стали замерзать на больших, чем обычно, пространствах. Расширившаяся поверхность льда отражала больше солнечного тепла, тем самым отбрасывая Землю в ледниковый период. Так, по крайней мере, гласит теория.

О чем можно говорить с полной определенностью, так это о том, что незначительные изменения в геодинамике могут иметь последствия, которые невозможно вообразить. Одно из таких событий, как мы увидим чуть ниже, возможно, привело к нашему возникновению.

Подлинной движущей силой, определяющей состояние поверхности планеты, служат океаны. Метеорологи на деле все больше рассматривают океаны и атмосферу как единую систему, и потому мы должны сейчас уделить им немного внимания. Вода чудесно удерживает и передает тепло, притом в огромных количествах. Гольфстрим ежедневно переносит в Европу количество тепла, эквивалентное мировой добыче угля за десять лет, поэтому в Англии и Ирландии мягкие по сравнению с Канадой и Россией зимы. Но вода также медленно нагревается, поэтому в озерах и плавательных бассейнах вода холодна даже в самые жаркие дни. По этой же причине, судя по нашим ощущениям, времена года наступают с некоторым *запозданием* по сравнению с их официальным, астрономическим началом. В Северном полушарии весна официально начинается в марте, но в большинстве мест ощущение весны приходит самое раннее в апреле.[250]

Океаны не являются единой однородной массой воды. Различия в их температуре, солености, глубине, плотности и так далее очень сильно влияют на перенос тепла, что, в свою очередь, сказывается на климате. Атлантический океан, например, солонее Тихого, что, кстати, неплохо. Чем солонее вода, тем она плотнее, а плотная вода опускается в глубину. Без дополнительного соляного бремени атлантические течения уходили бы в Арктику, обогревая Северный полюс, не лишая благотворного тепла Европу. Основным фактором переноса тепла на Земле является так называемая термосолевая циркуляция, берущая начало в медленных глубинных течениях далеко от поверхности — процессе, впервые открытом в 1797 году ученым и искателем приключений графом фон Румфордом*.

** (Кажется, этот термин в понимании разных людей означает целый ряд явлений. В ноябре 2002 года Карл Вунш из Массачусетского технологического института опубликовал в журнале Science доклад «Что такое термосолевая циркуляция?», в котором он отметил, что это выражение используется в ведущих журналах, дабы обозначать по крайней мере семь различных явлений (глубоководную циркуляцию, глубже 6000 метров; циркуляцию, порождаемую различиями в плотности; «меридиональную опрокидывающую циркуляцию массы» итак далее) — впрочем, все они имеют отношение к океанической циркуляции и переносу тепла в том предусмотрительно неопределенном и широком смысле, который я здесь имею в виду.)*

Происходит следующее: поверхностные воды по мере приближения к Европе становятся плотнее, опускаются на большую глубину и начинают медленный обратный путь в Южное полушарие. Достигнув Антарктики, они подхватываются антарктическим циркумполярным течением и переносятся в Тихий океан. Движение это очень медленное — чтобы воде из Северной Атлантики попасть в середину Тихого океана, может потребоваться полторы тысячи лет, — однако объемы перемещаемого тепла и воды очень значительны и их влияние на климат огромно.

(Ответ на вопрос, как вообще можно определить, сколько времени потребуется капле воды, чтобы попасть из одного океана в другой, состоит в том, что ученые могут измерять содержание растворенных в воде соединений вроде хлорфторуглеродов, и на этой основе вычислять, как давно они поступили из воздуха. Сравнивая данные по множеству образцов с различных глубин и из разных мест, можно более или менее точно составить картину перемещения воды.)

Термосолевая циркуляция не только переносит тепло, подъемы и опускания водных слоев также способствуют перемешиванию питательных веществ, делая огромные объемы океанов пригодными для обитания рыб и других морских существ. К сожалению, океаническая циркуляция, по-видимому, тоже может оказаться очень чувствительной к изменениям. Согласно результатам компьютерного моделирования даже незначительное снижение содержания соли в океанской воде, например из-за увеличившегося таяния гренландского ледяного щита, может катастрофически нарушить этот кругооборот.

Моря делают для нас еще одно весьма благое дело. Они поглощают огромное количество углерода и надежно держат его под замком. Одна из причуд нашей Солнечной системы состоит в том, что Солнце сегодня горит примерно на 25 % ярче по сравнению с тем временем, когда Солнечная система была молодой. Это должно было бы привести к значительному потеплению на Земле. На деле же, как пишет английский геолог Обри Мэннинг,[251] хотя «это колоссальное изменение должно бы стать абсолютно катастрофическим для Земли, оно тем не менее, похоже, едва сказалось на нашем мире».

Так что же сохраняет нашу планету устойчиво прохладной? Жизнь. Триллионы и триллионы крошечных морских организмов, о которых большинство из нас никогда не слыхало — фораминиферы, кокколиты, известковые водоросли, — захватывают атмосферный углерод, попадающий к ним в форме углекислоты, растворенной в каплях дождя, и используют его (в сочетании с другими веществами) для строительства своих крошечных раковин. Надежно связывая углерод в раковинах, они удерживают его от испарения обратно в атмосферу, где он опасно накапливался, играя роль парникового газа. В конечном счете все крошечные фораминиферы, кокколиты и т. п. погибают и падают на морское дно, где спрессовываются в известняк. Когда глядишь на такую ставшую привычной природную остопримечательность, как Белые скалы Дувра в Англии, очень интересно поразмышлять над тем, что они почти целиком состоят из погибших крошечных морских организмов, но еще важнее понять, сколько углерода

они в совокупности изъяли. 6-дюймовый кусочек дуврского мела будет заключать в себе намного больше тысячи литров углекислоты, от которой иначе нам не ждать бы добра. Всего в земных породах связано примерно в двадцать тысяч раз больше углерода, чем содержится в атмосфере. В конечном счете большая часть этого известняка попадет в вулканы, углерод вернется в атмосферу и выпадет на Землю с дождем, поэтому все это называется долгосрочным углеродным циклом. Этот процесс занимает очень много времени — для обычного атома углерода приблизительно полмиллиона лет,[252] но в отсутствие других возмущений он прекрасно поддерживает постоянство климата.

К несчастью, люди беззаботно нарушают этот цикл, выбрасывая в атмосферу излишний углерод, не обращая внимания, готовы фораминиферы усвоить его или нет. По оценкам, с 1850 года мы выбросили в воздух около 100 млрд. тонн лишнего углерода, и эта сумма ежегодно возрастает примерно на 7 млрд. тонн. В целом это не так уж много. Природа — главным образом путем извержения вулканов и гниения растений — ежегодно выбрасывает в атмосферу около 200 млрд тонн углекислого газа, почти в 30 раз больше, чем мы со своими автомобилями и заводами. Но достаточно лишь взглянуть на дымку, висящую над нашими городами, над Большим Каньоном и даже иногда над Белыми скалами Дувра, чтобы увидеть, какие изменения вызывает наша деятельность.

По образцам очень старого льда нам известно, что «естественный» уровень содержания углекислого газа в атмосфере, то есть уровень до того, как мы стали увеличивать его в результате промышленной деятельности, составляет 280 частей на миллион. К 1958 году, когда люди в лабораторных халатах стали обращать на него внимание, он возрос до 315 частей на миллион. Сегодня он превышает 360 частей на миллион и растет примерно на четверть процента в год. К концу двадцать первого века он, по прогнозам, возрастет до 560 частей на миллион.

Пока что земным океанам и лесам (которые тоже консервируют много углерода) удается спасать нас от самих себя, но, как говорит Питер Кокс[253] из Британского метеорологического управления, «существует критический порог, за которым естественная биосфера перестает ограждать нас от последствий выбросов и выхлопов и, фактически, начинает их усугублять». В связи с этим есть опасение, что на Земле начнется очень быстрое потепление.[254] Не способные приспособиться, многие деревья и другие растения погибнут, высвобождая свои запасы углерода, тем самым усугубляя проблему. Такие явления время от времени имели место в далеком прошлом даже без участия человека. Хорошая новость состоит в том, что даже в подобном положении природа способна творить чудеса. Почти определенно можно утверждать, что углеродный цикл заявит о себе и вернет Землю в состояние равновесия и благоденствия. Когда такое случилось в прошлый раз, это заняло всего 60 тысяч лет.

18
ОТКРЫТОЕ МОРЕ

Вообразите, что пытаетесь жить в мире с преобладанием дигидрида кислорода, соединения, не имеющего ни вкуса, ни запаха, и с настолько изменчивыми свойствами, что, не будучи, как правило, опасным, в другое время оно неожиданно вызывает быструю смерть. В зависимости от состояния оно может вас ошпарить или заморозить. В присутствии определенных органических молекул образует углеродистые кислоты настолько едкие, что способны лишать деревья листвы и разъедать лица у статуй. В больших количествах, если привести его в движение, оно может бить с таким неистовством, что не выдерживает ни одно человеческое сооружение. Даже для тех, кто научился с ним жить, оно зачастую оказывается смертоносным. Мы называем его *водой*.

Вода есть повсюду. Картофель состоит из воды на 80 %, корова — на 74 %, бактерия — на 75 %. В помидоре с его 95 % содержится мало чего, *кроме* воды. Даже люди на 65 % состоят из воды, так что мы больше жидкие, чем твердые, в соотношении почти два к одному. Вода — довольно странная штука. Она не имеет формы и прозрачна, тем не менее нам очень хочется побыть около нее. Она безвкусна, тем не менее нам очень нравится ее вкус. Мы едем в далекие края и платим большие деньги, чтобы поглядеть на нее в солнечном освещении. И хотя мы знаем, что находиться в ней опасно и ежегодно в ней тонут десятки тысяч людей, нам не терпится в ней порезвиться.

Поскольку вода есть повсюду, мы склонны не замечать, какое это необычное вещество. Из того, что мы о ней знаем, почти ничто не дает возможности достоверно предсказывать свойства других жидкостей, и наоборот. Если бы вы ничего не знали о воде и строили свои предположения исходя из свойств химически наиболее близких к ней соединений — особенно гидроселенида и гидросульфида, — то можно было бы ожидать, что она закипит при минус 93 °С и будет газом при комнатной температуре.

Большинство жидкостей при охлаждении сжимается примерно на 10 %. Вода тоже, но только до определенной температуры. Но подойдя вплотную к точке замерзания, она начинает — против всех правил, совершенно невероятным образом — расширяться. После затвердевания она становится почти на десятую часть объемнее, чем была прежде. Из-за этого расширения лед плавает на поверхности воды — «крайне странная причуда», по словам Джона Гриббина.[255] Не обладай он этим великолепным своенравием, лед тонул бы и озера с океанами начинали бы замерзать со дна. Не плавай лед на поверхности, тепло уходило бы из воды, делая ее еще холоднее и порождая еще больше льда. Скоро даже океаны замерзли бы, и почти наверняка очень надолго, если не навсегда, остались бы в таком состоянии, вряд ли благоприятном для того, чтобы взлелеять жизнь. К счастью для нас, вода, видимо, не подозревает о правилах химии и законах физики.

Каждый знает, что химическая формула воды — H_20 — означает, что она состоит из одного довольно большого атома кислорода и прикрепленных к нему двух атомов поменьше — водорода. Атомы водорода цепко держатся за своего хозяина — атом кислорода, но, кроме того, время от времени сцепляются с другими молекулами воды. Молекулам воды по природе свойственно как бы вступать в танец друг с другом, ненадолго расходясь, а затем продолжая движение в бесконечной смене партнеров по кадрили, если воспользоваться изысканным сравнением Роберта Кунцига.[256] Стакан с водой, возможно, не выглядит очень оживленным местом, однако каждая молекула в нем меняет партнеров миллиарды раз в секунду. Вот почему молекулы воды держатся вместе, образуя водоемы вроде луж и озер, но в то же время легко

расступаются, когда вы, например, ныряете в бассейн с водой. В каждый отдельный момент друг с другом соприкасаются всего лишь 15 % молекул.

И все же в некотором смысле связь эта очень прочная — когда молекулы поднимаются вверх, качаемые насосом, или когда капли остаются на капоте автомашины, демонстрируя необыкновенную решимость держаться вместе с партнерами. По той же причине вода обладает поверхностным натяжением. Находящиеся на поверхности молекулы сильнее притягиваются к подобным себе молекулам под ними и рядом с ними, чем к молекулам воздуха над ними. Это ведет к образованию мембраны, достаточно прочной, чтобы вода выдерживала вес насекомых или прыгающих камешков. По той же причине бывает больно, если, ныряя, плюхнешься животом.[257]

Вряд ли стоит подчеркивать, что без воды мы бы пропали. Лишенный воды человеческий организм быстро разваливается. Как говорится в одном описании, в считанные дни губы исчезают, «будто их ампутировали, десны чернеют, нос наполовину усыхает, кожа вокруг глаз стягивается, препятствуя морганию». Из-за чрезвычайной важности воды для нашей жизни легко упустить из виду что вся вода на Земле за самым малым исключением ядовита для нас — смертельно ядовита — из-за растворенных в ней солей.

Для жизни соль нам нужна, но только в очень небольших количествах, а морская вода содержит значительно — примерно в 70 раз — больше соли, чем мы можем без вреда усвоить. В литре обычной морской воды содержится всего 2,5 чайной ложки обыкновенной соли — той, которой мы подсаливаем еду — но значительно большее количество других элементов, соединений и растворенных твердых веществ, которые в собирательном смысле известны как соли. Количественное соотношение этих солей и минералов в наших тканях необыкновенно схоже с составом морской воды — мы потеем и плачем, как заметили Маргулис и Саган,[258] морской водой, — но удивительно, что не переносим принимать ее внутрь. Стоит употребить большое количество соли, и скоро обмен веществ будет критически нарушен. Из каждой клетки, как добровольные пожарные, поспешат молекулы воды, чтобы растворить и вывести наружу внезапный выброс соли. Это опасно, поскольку лишает клетки необходимого для их нормального функционирования количества воды. Словом, они обезвоживаются. В экстремальных ситуациях обезвоживание приведет к потере сознания и повреждению головного мозга. А тем временем перегруженные клетки крови переносят соль в почки, которые в конце концов переполняются и перестают работать. Если отказывают почки, мы погибаем. Вот почему мы не пьем морскую воду.

На Земле 1,3 млрд км^3 воды, и это все, что у нас есть на будущее. Система замкнута: в сущности говоря, ничего нельзя добавить или отнять. Вода, которую вы пьете, находится здесь, делая свое дело, с младенчества Земли. Океаны достигли нынешних объемов 3,8 млрд лет назад (по крайней мере, приблизительно).

Царство воды, называемое **гидросферой**, почти целиком океаническое. 97 % всей имеющейся на Земле воды находится в океанах и морях, по большей части в Тихом океане, который один больше всей суши, вместе взятой. Тихий океан в целом содержит чуть больше половины морской воды (51,6 %); Атлантический — 23,6 % и Индийский — 21,2 %, оставляя всем остальным 3,6 %. Средняя глубина океанов составляет 3,86 км, причем Тихий океан в среднем на 300 метров глубже Атлантического и Индийского. 60 % поверхности планеты покрыты океанскими водами глубиной более 1,6 км. По замечанию Филипа Болла, нашу планету лучше называть не Землей, а Водой.

Из 3 % земной воды, которая является пресной, большая часть существует в виде ледников. Лишь самое незначительное количество — 0,36 % — находится в озерах, реках и водоемах, и

еще меньшая часть — всего 0,001 % — существует в виде облаков или испарений. Почти 90 % льда планеты находится в Антарктике, а большая часть остального — в Гренландии. Поезжайте на Южный полюс, и там вы будете стоять более чем на 3 км льда, на Северном полюсе его всего лишь метров пять. В одной Антарктике находится 24 млн км^3 льда — если весь его растопить, этого хватит, чтобы поднять уровень океана на 75 м. А если вся находящаяся в атмосфере вода равномерно выпадет дождем, то океаны станут глубже лишь на пару сантиметров.

Между прочим, уровень моря — почти целиком номинальное понятие. Океаны и моря вовсе не находятся на одном уровне. Приливы и отливы, ветры, эффект Кориолиса и другие воздействия значительно изменяют уровень воды от океана к океану и даже в пределах океанов. Уровень Тихого океана вдоль западного края примерно на полметра выше вследствие центробежной силы, создаваемой вращением Земли. Так же как вода откатывается в другой конец, словно не желая идти к вам, когда вы тянете на себя таз с водой, вращение Земли в восточном направлении поднимает воду к западному краю океана.[259]

Учитывая извечное значение для нас океанов и морей, поразительно, что мир так долго не проявлял к ним научного интереса. Еще в начале XIX века большая часть знаний об океанах основывалась на том, что выбрасывалось на берег или приносилось рыболовными сетями, и почти все написанное строилось скорее на слухах и догадках, чем на материальных свидетельствах. В 1830-х годах английский естествоиспытатель Эдвард Форбс[260] обследовал дно Атлантического океана и Средиземного моря и заявил, что на глубине больше 600 метров в море нет никакой жизни. Это предположение представлялось разумным. На такой глубине нет света, а потому нет растительности, к тому же было известно, что давление воды на такой глубине очень велико. Так что когда в 1860 году с глубины более 3 км подняли для ремонта один из первых трансатлантических телеграфных кабелей и обнаружили, что он густо оброс кораллами, моллюсками и другой живностью, это было нечто вроде сюрприза.

Первое по-настоящему организованное исследование морей было предпринято лишь в 1872 году, когда Британский музей, Королевское общество и Британское правительство направили из Портсмута на бывшем военном судне «Челленджер» совместную экспедицию. Она странствовала по миру три с половиной года, забирая пробы воды, отлавливая сетями рыбу и черпая драгой осадочные породы. Работа, очевидно, была страшно скучной и утомительной. Из штатного состава в 240 ученых и членов экипажа каждый четвертый сбежал с корабля, а восемь человек скончались или сошли с ума — по словам историка Саманты Вайнберг,[261] «доведенные до отчаяния годами отупляющей, монотонной работы». Однако они покрыли почти 70 тысяч морских миль, собрали более 4700 образцов новых морских организмов, набрали достаточно сведений для пятидесятитомного доклада (на составление которого ушло 19 лет) и дали миру название новой научной дисциплины — океанографии. Они также обнаружили, посредством измерения глубин, что посреди Атлантического океана, по-видимому, имеются подводные горы, подтолкнув некоторых обозревателей к возбужденным спекуляциям относительно открытия пропавшего материка Атлантиды.

Из-за того, что официальный научный мир по большей части обходил вниманием океаны и моря, рассказать нам о том, что там, внизу, досталось преданным делу — и очень редким — энтузиастам-любителям. Современные глубоководные исследования начинаются в 1930 году с Чарлза Уильяма Биба и Отиса Бартона. Хотя они были равными партнерами, благодаря более яркой личности Биб всегда удостаивался значительно большего внимания в печати. Биб родился в 1877 году в состоятельной нью-йоркской семье, изучал зоологию в Колумбийском университете, потом поступил на работу птицеводом в Нью-Йоркском зоологическом обществе. Когда надоело, решил вести жизнь искателя приключений, и следующие четверть века много

странствовал по Азии и Южной Америке в сопровождении привлекательных особ женского пола, которых он изобретательно представлял как «историков и техников» или «помощниц по ихтиологии». Свои старания он подкреплял чередой популярных книжек вроде «Край джунглей» и «Дни в джунглях», правда, помимо них он издал несколько неплохих книг по живой природе и орнитологии.

В середине 1920-х годов во время поездки на Галапагосские острова Биб открыл «прелести зависания в воде», как он называл глубоководное ныряние с аквалангом. Вскоре он объединился с Бартоном, происходившим из еще более состоятельной семьи, также учившимся в Колумбийском университете и также обожавшим приключения. Хотя почти всегда заслуги приписывают Бибу на самом деле первую батисферу (от греческого «глубокий») сконструировал Бартон и вложил в ее постройку 12 тысяч долларов. Это была очень маленькая и по необходимости прочная чугунная камера со стенками толщиной 4 сантиметра с двумя небольшими кварцевыми иллюминаторами толщиной почти 8 сантиметров. Она вмещала двух человек, если те были способны очень тесно уживаться друг с другом. Даже по критериям того времени аппаратура была технически простой. Шар не обладал маневренностью — он просто висел на длинном тросе; система, обеспечивающая дыхание, была самой примитивной: для нейтрализации выдыхаемого углекислого газа они установили открытые жестяные банки с натровой известью, а для поглощения влаги открыли небольшой бочонок с хлоридом кальция, над которым для поддержания химической реакции время от времени помахивали пальмовыми ветвями.

Но маленькая безымянная батисфера делала дело, для которого была предназначена. При первом погружении, в июне 1930 года на Багамах, Бартон и Биб установили мировой рекорд, погрузившись на 183 метра. К 1934 году они отодвинули рекорд до 900 метров, и он продержался до конца Второй мировой войны. Бартон был уверен в безопасности аппарата до глубины 1400 метров, хотя нагрузка на каждый запор, на каждую заклепку ощущалась на слух с каждым метром погружения. На любой глубине это был мужественный, рискованный труд. На глубине 900 метров их маленький иллюминатор подвергался давлению в 3 тонны на квадратный сантиметр. Перейди они границу прочности, смерть на такой глубине была бы мгновенной, о чем Биб не забывал упомянуть в своих многочисленных книгах, статьях и радиопередачах. Однако предметом их главной заботы была корабельная лебедка, удерживающая металлический шар, и две тонны стального каната. Случись что с ней, и двое храбрецов упали бы на морское дно. В таком случае их ничто не могло бы спасти.

Спуски не давали только одного — более или менее значительного количества приличного научного материала. Хотя они сталкивались со многими неведомыми ранее живыми существами, ограниченная видимость и то обстоятельство, что оба акванавта не были подготовленными океанографами, означало, что они часто были не в состоянии достаточно обстоятельно описать полученные данные, как того хотелось бы профессиональным ученым. У шара не было наружного источника света, так что они подносили к иллюминатору 250-ваттную лампочку, но на глубине более 150 метров в воде практически нет света, и поэтому все то, что они надеялись рассмотреть через 8 сантиметров кварца, в не меньшей мере интересовалось ими, находившимися внутри шара. В итоге почти все их результаты сводились к тому, что там, внизу, уйма незнакомых вещей. При одном погружении в 1934 году Биб с испугом разглядел гигантского змея «больше 6 метров длиной и очень толстого». Змей промелькнул очень быстро, словно тень. Что бы это ни было, с тех пор никто ничего подобного не видел. Вот из-за такой неопределенности ученые обычно пренебрегали их отчетами.

После рекордного спуска в 1934 году Биб потерял интерес к этим занятиям и стал искать другие приключения, но Бартон упорно продолжал погружения. Надо отдать ему должное, Биб

всегда говорил тем, кто интересовался, что подлинной «головой» в задуманном ими деле являлся Бартон, но Бартон, казалось, был не способен выйти из тени. Правда, он тоже сочинял захватывающие описания своих подводных приключений и даже сыграл главную роль в голливудском фильме «Титаны глубин», показывавшем батисферу и изображавшем множество в значительной мере вымышленных схваток с агрессивным гигантским кальмаром и другими подобными существами. Он даже рекламировал сигареты «Кэмел» («Они не дают мне паниковать»). В 1948 году он наполовину увеличил рекорд глубины, погрузившись на 1370 метров в Тихом океане близ Калифорнии, но мир, кажется, решил его не замечать. Один газетный обозреватель фильма «Титаны глубин» фактически полагал, что главную роль в фильме играл Биб. В наши дни уже хорошо, если кто вообще вспомнит имя Бартона.

Во всяком случае, его вскоре полностью затмили два швейцарца, отец и сын Огюст и Жак Пикары, которые разработали новый вид исследовательского аппарата, названного батискафом (что означало «глубоководное судно»). Получивший имя «Триест», по итальянскому городу, где он строился, новый аппарат самостоятельно маневрировал, правда, в основном в направлении вверх и вниз. Во время одного из первых погружений в начале 1954 года он опустился на глубину более 4 тысяч метров, почти в три раза превысив рекорд Бартона, достигнутый шестью годами раньше. Однако глубоководные погружения требовали значительных расходов, и Пикары постепенно разорялись.

В 1958 году они заключили соглашение с Военно-морскими силами США, которое давало флоту право собственности на оборудование, но оставляло руководство за ними. Располагая теперь значительными средствами, Пикары перестроили аппарат, утолщив стенки почти до 13 см и уменьшив иллюминаторы всего до 5 см в диаметре — чуть больше смотрового глазка. Но теперь аппарат был достаточно прочен, чтобы выдерживать действительно чудовищные давления, и в январе 1960 года Жак Пикар и лейтенант американских ВМС Дон Уолш медленно опустились на дно самого глубокого океанского ущелья, Марианской впадины, в западной части Тихого океана примерно в 400 км от острова Гуам (открытую, к слову сказать, Гарри Гессом с помощью его эхолота). Потребовалось почти четыре часа, чтобы опуститься на 10 918 метров, или почти на 7 миль. Хотя давление на этой глубине приближалось к 11 тоннам на квадратный сантиметр, они с удивлением заметили, что при касании дна вспугнули обитавшую там плоскую рыбу вроде камбалы. У них не было аппаратуры для фотографирования, так что наглядного свидетельства этого явления нет.

После примерно двадцатиминутного пребывания в самой глубокой точке Земли они вернулись на поверхность. Это был единственный случай, когда люди опускались так глубоко.

Спустя 40 лет, естественно, возникает вопрос: почему с тех пор никто туда не возвращался? Начать с того, что против дальнейших погружений решительно выступал вице-адмирал Хайман Дж. Риковер,[262] человек темпераментный, волевой и, главное, распоряжавшийся чековой книжкой ведомства. Он считал подводные исследования напрасной тратой средств, говорил, что военно-морской флот это не научно-исследовательский институт. Кроме того, из-за космических полетов и стремления послать человека на Луну этим исследованиям предстояло быть почти полностью свернутыми. Но решающим стало то, что погружение «Триеста» фактически не дало ощутимых результатов. Как много лет спустя заметил один из должностных лиц Военно-морских сил: «Мы не так уж много узнали из погружения, если не считать того, что можем его осуществить. К чему заниматься этим снова?» Короче говоря, такой способ увидеть камбалу был чересчур долгим и дорогим. Как подсчитали, повторение этой прогулки сегодня обошлось бы по меньшей мере в 100 млн долларов.

Когда до исследователей подводных глубин дошло, что Военно-морской флот не намерен продолжать обещанную программу исследований, последовали обиды и протесты. Отчасти для

того, чтобы успокоить своих критиков, Военно-морской флот выделил средства для более совершенного погружаемого аппарата, который бы эксплуатировался Океанографическим институтом штата Массачусетс в Вудз Хоул. Он получил название «Элвин» в честь океанографа Эллина Вайна[263] и задумывался как полностью маневренная мини-субмарина, хотя по глубине погружения значительно уступал «Триесту». Возникла лишь одна проблема: конструкторы не могли найти, кто бы взялся его построить. Как писал в книге «Вселенная под нами» Уильям Дж. Броад:[264] «Ни одна крупная компания, вроде «Дженерал дайнэмикс», не желала браться за проект, который ставили под сомнение и Бюро кораблестроения, и адмирал Риковер — боги-покровители военно-морских сил». В конечном, чтобы не сказать невероятном, итоге «Элвин» был построен на заводе компании «Дженерал миллз», где изготовлялось оборудование, производившее зерновые смеси для завтрака.

Что до всего остального, то о нем имеется весьма смутное представление. Вплоть до середины 1950-х годов самые лучшие карты, доступные океанографам, в подавляющем большинстве основывались на немногих нанесенных на них деталях, взятых из спорадических изысканий, относившихся к 1929 году, а по существу, на океане догадок. У Военно-морских сил США имелись отличные морские карты, позволяющие подводным лодкам проходить по ущельям и обходить крутые возвышенности, но они не желали, чтобы эти сведения попали в советские руки, так что сведения оставались засекреченными. Ученым поэтому приходилось довольствоваться отрывочными и устаревшими съемками или полагаться на обнадеживающие предположения. Даже сегодня наши знания об океанском ложе по-прежнему поразительно бедны деталями. Если вы посмотрите на Луну в обыкновенный любительский телескоп, то увидите крупные кратеры — Фракастор, Бланканус, Цах, Планк и многие другие, хорошо известные исследователям Луны; их бы не знали, находись они на дне наших собственных океанов. Карты Марса у нас лучше, чем карты нашего морского дна.

Да и что касается поверхности, исследования порой также носят случайный характер. В 1994 году с корейского грузового судна во время шторма в Тихом океане за борт смыло 34 тысячи хоккейных перчаток. Перчатки выбросило морем повсюду, от Ванкувера до Вьетнама, что помогло океанографам проследить течения точнее, чем когда-либо прежде.

Сегодня «Элвину» почти 40 лет, но он остается главным исследовательским судном. На сегодня нет глубоководных аппаратов, способных опускаться до глубин, близких к Марианской впадине, и в наличии только 5, включая «Элвин», способных достигнуть так называемых абиссальных равнин — океанского дна, охватывающего более половины земной поверхности.[265] Эксплуатация обычного глубоководного аппарата обходится примерно в 250 тысяч долларов в день, так что их вряд ли спускают на воду ради простой прихоти, не говоря уж о выходе в море в надежде случайно наткнуться на что-нибудь, представляющее интерес. Это все равно что получить достоверные сведения о сухопутном мире на основе изысканий 5 парней, отправившихся на поиски на огородных тракторах после наступления темноты. По словам Роберта Кунцига, человечество разглядело, «может быть, миллионную или миллиардную долю того, что скрыто в морской тьме. Возможно, меньше. Возможно, значительно меньше».

Но океанографы — ничто без трудолюбия, и они, располагая ограниченными средствами, сделали ряд важных открытий, включая относящееся к 1977 году одно из важнейших и поразительных открытий XX века в области биологии. В тот год «Элвин» обнаружил у Галапогосских островов участки вокруг донных горячих источников, кишащие крупными живыми существами — трубчатыми червями длиной 3 м, моллюсками размером 30 см, креветками и мидиями в изобилии, извивающимися червями. Все они существовали благодаря огромным колониям бактерий, извлекающих энергию из сульфидов водорода — крайне

токсичных для сухопутных существ соединений, которые непрерывно выбрасывались из этих скважин. Существовал мир, не зависевший от солнечного света, кислорода и всего остального, обычно ассоциирующегося с жизнью. Это была жизненная система, основывающаяся не на фотосинтезе, а на хемосинтезе, явлении, которое прежде биологи отвергли бы как нелепость, найдись кто-нибудь с достаточно богатым воображением, чтобы предположить такое.

Из этих скважин выбрасывается огромное количество тепла. Пара дюжин выделяет столько же энергии, сколько вырабатывает крупная электростанция, а перепад температур вокруг них поистине чудовищный. Температура в точке выброса может достигать 400 °C, тогда как в паре метров от нее вода может быть всего на 2–3 градуса выше нуля. Обнаружен один вид червей, живущих на самой грани, где у головы температура воды на 78 °C теплее, чем у хвоста. До этого считалось, что ни один сложный организм не может выжить в воде при температуре выше 54 °C, а здесь налицо было существо, выдерживающее куда более высокую температуру и вдобавок крайне низкую. Это открытие изменило наши представления об условиях, необходимых для жизни.

Оно также дало ответ на одну из величайших загадок океанографии — хотя многие из нас и не представляли, что это загадка, — а именно, почему океаны со временем не становятся солонее. Рискуя высказать прописную истину, повторюсь: в море уйма соли, ее достаточно, чтобы похоронить всю сушу до последнего кусочка под слоем толщиною примерно 150 метров. Сотни лет известно, что реки выносят в море минералы и что эти минералы соединяются в океане с ионами, образуя соли. Пока все ясно. Но озадачивало то, что соленость моря остается стабильной. Ежедневно из океана испаряются миллионы кубометров пресной воды, оставляя там свои соли, так что было бы логично, если бы с годами моря становились все более солеными, а они не солонеют. Что-то выводит из воды столько соли, сколько ее туда попадает. Долгое время никому не удавалось разобраться, что же это такое.

Открытие «Элвином» глубоководных скважин дало ответ. Геофизики поняли, что горячие источники во многом действовали подобно фильтрам в цистерне для живой рыбы. Проникшая в земную кору вода освобождается от соли и впоследствии через горячие источники возвращается обратно. Процесс этот не быстрый — чтобы очистить океан, может потребоваться до десятка миллионов лет, — но если вы не торопитесь, он поразительно эффективен.

Пожалуй, ничто так ясно не свидетельствует о нашей психологической отдаленности от океанских глубин, как то, что сформулированная для океанографов на Международный геофизический год (1957/58) основная цель заключалась в изучении возможности «использования глубин океана для сброса радиоактивных отходов». Представляете, это было не секретное задание, а открытая публичная похвальба. И на деле, хотя и без широкой огласки, до 1957/58 г. сброс радиоактивных отходов с неослабным рвением продолжался уже более десяти лет. Начиная с 1946 года Соединенные Штаты вывозили 55-галлонные бочки с радиоактивным мусором к Фалларонским островам примерно в 50 км от побережья Калифорнии близ Сан-Франциско и там просто бросали за борт.

Все это совершалось страшно небрежно. Бочки по большей части были точно такими, какие ржавеют позади автозаправочных станций или за заводскими воротами, не имели никакой защитной облицовки. Если они не тонули, что было обычным делом, стрелки с военных кораблей решетили их пулями, чтобы вода попала внутрь (и, конечно же, плутоний, уран и стронций выходили наружу). До того как в 1990-х годах сбросы прекратились, Соединенные Штаты выбросили многие сотни тысяч бочек примерно в 50 точках океана — почти 50 тысяч только у Фалларонских островов. Однако Соединенные Штаты никоим образом не были одни. Среди других охотников сбрасывать в море радиоактивные отходы были СССР, Китай, Япония, Новая Зеландия и почти все европейские страны.

А какое воздействие оказало все это на обитателей моря? Ну, мы надеемся, что оно невелико, но, в сущности, об этом нет ни малейшего представления. Мы потрясающе, великолепно, ослепительно невежественны относительно жизни в морских глубинах. Мы поразительно мало знаем даже о самых значительных морских существах, включая самого могучего из них — большого синего кита, создания таких гигантских размеров, что (пользуясь словами Дэвида Аттенборо[266]) «язык его достигает веса слона, сердце размером с автомобиль, а некоторые кровеносные сосуды настолько широки, что в них можно плавать». Это самое огромное животное, которое породила на свет Земля, даже больше самых громадных динозавров. Тем не менее жизнь этих китов в значительной мере остается для нас тайной. Мы не знаем, где они проводят большую часть своей жизни, например куда уходят размножаться и какими путями туда идут. То немногое, что о них известно, почти целиком получено путем подслушивания их пения, но даже оно остается тайной. Синие киты иногда прерывают песню, а потом снова возобновляют ее точно на том же месте полгода спустя. Иногда начинают новую, которую никто из компании раньше не слыхал, но которую все уже знают. О том, как и почему у них это получается, нет даже отдаленного представления. А ведь это животные, которые, чтобы дышать, должны регулярно всплывать на поверхность.

Что касается животных, которым не надо подниматься на поверхность, неизвестность может быть еще более удручающей. Судите сами, что мы знаем о легендарном гигантском кальмаре. Хотя ему далеко до голубого кита, это животное определенно внушительных размеров с глазами с футбольный мяч и щупальцами до 18 метров длиной. Весит он почти тонну и является самым большим на Земле беспозвоночным. Однако ни один ученый — насколько мы знаем, ни один человек, — никогда не видел живого гигантского кальмара. Некоторые зоологи всю жизнь пытались поймать или хотя бы взглянуть на живого гигантского кальмара и всегда терпели неудачу.[267] О гигантских кальмарах, главным образом, знали по выброшенным на берег трупам — особенно, по непонятным причинам, на побережье Южного острова Новой Зеландии. Они должны быть многочисленны, поскольку являются основным предметом питания кашалотов, а кашалотам требуется много еды*.

** (Неперевариваемые части гигантского кальмара, особенно клювы, скапливаются в желудках кашалотов в виде вещества, известного как амбра, которое используется как фиксатив в парфюмерии. Когда вы в следующий раз будете пользоваться «Шанель № 5» (предположим, что это ваши духи), то, возможно, пожелаете поразмышлять над тем, что орошаете себя дистиллятом, полученным из переработки тканей невиданного морского чудовища.)*

Согласно одной из оценок, возможно, насчитывается 30 млн видов живущих в море животных, причем большинство еще остаются неоткрытыми. Первый намек на то, насколько обильна жизнь в глубинах моря, появился лишь в 1960-х годах с изобретением придонного трала — черпающего устройства, захватывающего живые существа не только около и на поверхности морского дна, но и те, что скрываются в глубине осадочных отложений. Всего за час траления вдоль континентального шельфа на глубине около 1,5 километров океанографы из Вудз Хоул Говард Сэндлер и Роберт Хесслер поймали более 25 тысяч существ — червей, морских звезд, голотурий и т. п., представлявших 365 видов. Даже на глубине почти 5 км они обнаружили около 3700 существ, относившихся почти к 200 видам. Однако драгой захватываются только не слишком шустрые и сообразительные существа, которые не успевают уйти с дороги. В конце 1960-х годов у гидробиолога Джона Айзекса возникла мысль прикреплять к погружаемой съемочной камере наживку, и он обнаружил много других видов,

особенно густые скопления извивающихся миксин, схожих с угрями примитивных существ, а также кишащих на мелководьях долгохвостов (макрурусов). Там, где вдруг появляется источник пищи, например, когда на дно опускается туша мертвого кита, было обнаружено 390 видов морских существ, собравшихся на пиршество. Интересно, что многие из этих созданий, как было установлено, приплыли от горячих источников, находящихся на расстоянии до 1600 км. Среди них различные виды моллюсков, которых вряд ли назовешь хорошими путешественниками. Теперь считают, что личинки некоторых существ могут переноситься водой, пока благодаря неизвестным химическим рецепторам они не обнаруживают существование источника пищи и тогда оседают на нее.

Так почему же, если моря столь обширны, мы без труда истощаем их ресурсы? Ну, начать с того, что моря на Земле не одинаково обильны. В целом менее десятой части морей и океанов считаются естественно плодородными. Большинство видов водных организмов предпочитают находиться на мелководье, где есть тепло, свет и обилие органических веществ, которые служат началом пищевой цепи. Коралловые рифы, например, охватывают заметно меньше 1 % океанских просторов, но здесь обитает 25 % морских рыб.

В других местах океаны и моря далеко не так богаты. Возьмите Австралию. С 36 735 км береговой линии и более чем 23 млн км^2 территориальных вод у ее берегов плещется больше морей, чем у берегов любой другой страны, и, тем не менее, как отмечает Тим Флэннери, она даже не входит в число первых пятидесяти рыболовных стран. Действительно, Австралия является крупным импортером морепродуктов. Это потому, что большая часть австралийских вод, как и большая часть самой Австралии, по существу, представляет собой пустыню. (Достойным внимания исключением служит Большой Барьерный риф у Квинсленда, обильно заселенный и плодородный.) Из-за скудости почвы в море выносится мало питательных веществ.

Но даже процветающая жизнь зачастую чрезвычайно чувствительна к нарушениям равновесия. В 1970-х годах австралийские и в меньшей мере новозеландские рыбаки обнаружили косяки малоизвестной рыбы, обитающей на глубине 800 метров на континентальных шельфах их стран. Ее назвали оранжевой рафи (от *англ.* «шершавый»), она оказалась весьма приятной на вкус и водилась в огромных количествах. Вскоре рыболовные флотилии стали вылавливать до 40 тыс тонн в год. Потом гидробиологи стали делать тревожные открытия. Рафи поразительно долго живут и медленно созревают. Некоторые, возможно, насчитывают 150 лет; любая из рыбок, что вы съели, вполне могла родиться в период правления королевы Виктории. Рафи восприняли этот весьма неторопливый образ жизни из-за того, что вода, в которой они обитают, чрезвычайно бедна кормовыми ресурсами. Ясно, что такого рода популяции не в состоянии выдержать серьезных нарушений равновесия. К несчастью, когда это поняли, запасы уже сильно истощились. Даже при хорошем хозяйствовании для восстановления популяции потребуются десятилетия, если она вообще восстановится.

Правда, в других местах злоупотребления богатствами морей являются скорее злостными, нежели неумышленными. Многие рыбаки обрезают плавники у акул, а самих акул выбрасывают в море умирать. В 1998 году акульи плавники продавались на Дальнем Востоке более чем по 110 долларов за килограмм, а тарелка супа из акульих плавников стоила в Токио 100 долларов. Всемирный фонд охраны дикой природы в 1994 году подсчитал, что ежегодно убивают от 40 до 70 млн акул.

К 1995 году примерно 37 тысяч больших рыболовных судов и около миллиона судов помельче, вместе взятые, вылавливали в морях в 2 раза больше рыбы, чем всего за 25 лет до того. Теперь траулеры порой бывают размером с пассажирский лайнер и тянут за собой сети, в которые вполне поместится дюжина аэробусов. Некоторые из них даже пользуются самолетами для поиска косяков рыбы.

По оценкам, каждая выбранная из моря сеть на четверть содержит «прилов» — рыбу, которую не к чему выгружать на берег, потому что она слишком мелкая, или не того вида, или поймана не в сезон. Как заметил в журнале «Экономист» один обозреватель, «мы все еще живем в Средневековье. Просто забрасываем сеть и смотрим, что вытащили». Ежегодно в море выбрасывается, возможно, до 22 млн тонн такой ненужной рыбы, в основном дохлой. На каждый килограмм добытых креветок уничтожается около четырех килограммов рыбы и других морских существ.

Большие участки дна Северного моря облавливаются подчистую бортовыми траулерами до семи раз в год — такого нарушения равновесия не выдержит ни одна экосистема. По многим оценкам, в Северном море истощены запасы по крайней мере двух третей видов рыб. Не лучше обстоят дела и по ту сторону Атлантики. Когда-то у побережья Новой Англии палтус водился в таком изобилии, что за день с лодок можно было наловить до 10 тонн. Теперь у северо-восточного побережья палтус практически исчез.

Однако ничто не сравнится с судьбой трески. В конце XVвека мореплаватель Джованни Кабото[268] обнаружил неимоверное количество трески у берегов Северной Америки, у восточных банок — мелководий, излюбленных придонными рыбами вроде трески. Рыба обитала в таких количествах, изумленно сообщал Кэбот, что матросы черпали ее корзинами. Некоторые из банок были весьма обширные. Банки Джорджес у побережья Массачусетса превосходят по размерам сам штат. Большие банки у острова Ньюфаундленда еще крупнее, и веками они были густо населены треской. Считали, что запасам ее не будет конца. Конечно, все оказалось совсем не так.

К1960 году количество нерестившейся в Северной Атлантике трески упало, по оценкам, до 1,6 миллиона тонн. А к 1990 году оно снизилось до 22 тысяч тонн. В промысловом отношении трески больше не существует. «Рыбаки, — пишет Марк Курлянски[269] в своем захватывающем повествовании «Треска», — выловили ее всю». Западная Атлантика, возможно, утратила треску навсегда. В 1992 году лов трески на Больших банках прекратился полностью, но к осени 2002 года, согласно отчету в журнале *Nature,* запасы все еще не показали возвращения к прежнему положению. Курлянски отмечает, что рыбное филе и палочки первоначально изготавливали из трески, затем ее заменили пикшей, потом морским окунем, а в последнее время тихоокеанской сайдой. В наши дни, сухо замечает он, «рыбой» служит «все, что осталось».

Многое из сказанного относится и к целому ряду других морепродуктов. На морских промыслах в Новой Англии у Род-Айленда когда-то было в порядке вещей добывать лангустов весом 9 кг. Иногда они достигали 13 кг. В безопасности лангусты могут жить десятки лет — возможно, до 70 лет — и не перестают расти. Ныне редкие из вылавливаемых лангустов бывают больше килограмма. «Биологи, — по словам «Нью-Йорк таймс», — полагают, что 90 % лангустов вылавливаются в течение года после достижения ими установленных законом минимальных размеров в возрасте примерно 6 лет». Несмотря на снижение уловов, рыбаки Новой Англии по-прежнему пользуются федеральными налоговыми льготами и льготами штатов, поощряющими, а в ряде случаев практически вынуждающими их приобретать более крупные суда и интенсивнее добывать дары моря. Сегодня рыбакам Массачусетса остается ловить отвратительную миксину на которую есть небольшой спрос на Дальнем Востоке, но даже ее количество сокращается.

Мы поразительно невежественны в отношении движущих сил, управляющих жизнью обитателей моря. Если истощенные избыточным ловом участки беднее морскими организмами, чем надо, то в некоторых естественно скудных районах значительно больше живых организмов, чем можно было бы ожидать. В южных морях вокруг Антарктиды содержится лишь около 3 % мировых запасов фитопланктона — казалось бы, слишком мало для поддержания сложной

экосистемы, и тем не менее его хватает. Тюлени-крабоеды не относятся к тем видам животных, о которых слыхало большинство из нас, но они, возможно, представляют второй на Земле по численности вид крупных животных после людей. На паковом льду вокруг Антарктиды их может насчитываться до 15 миллионов. Кроме того, там обитают предположительно 2 млн тюленей Уэдделла, по крайней мере 0,5 млн императорских пингвинов и, вероятно, около 4 млн пингвинов Адели.

Все это весьма окольный путь показать, что мы очень мало знаем о самой большой экосистеме Земли. Но, как мы увидим дальше, стоит начать разговор о жизни как таковой, как обнаружится, что мы вообще еще очень многого о ней не знаем, и не в последнюю очередь о том, как она зародилась.

19
ВОСХОД ЖИЗНИ

В 1953 году аспирант Чикагского университета Стэнли Миллер взял две колбы — одну, содержавшую немного воды, изображавшую первозданный океан, и другую со смесью метана, аммиака и сероводорода, представлявшую раннюю атмосферу Земли, — соединил их резиновыми трубками и стал пропускать электрические искры, изображавшие молнии. Через несколько дней вода в колбах позеленела и пожелтела, образовав крепкий бульон из аминокислот, жирных кислот, сахаров и других органических соединений. «Если Бог не сделал это именно так, — восхищенно заметил научный руководитель Миллера, нобелевский лауреат Гарольд Юри, — то он упустил хороший шанс».

В прессе того времени проблема представлялась так, будто достаточно кому-нибудь как следует встряхнуть колбы, и оттуда поползут живые существа. Как показало время, все обстоит далеко не так просто. Несмотря на полстолетия дальнейших исследований, мы сегодня не стали ближе к синтезу живых организмов, чем были в 1953 году, — и намного дальше от представлений, что нам это по силам. В настоящее время ученые довольно твердо убеждены, что ранняя атмосфера совсем не походила на ту, что Миллер с Юри приготовили для своего газированного бульона, и, скорее, была гораздо менее химически активной смесью азота и углекислого газа. Повторение опытов Миллера с этими менее удобными составляющими пока позволило получить только одну весьма несложную аминокислоту. Но в любом случае получение аминокислот — это еще не решение проблемы. Проблемой являются белки.

Белки получаются при соединении аминокислот, и их требуется очень много. Никто по-настоящему не знает, сколько, но в организме человека может находиться целый миллион видов белков, и каждый является маленьким чудом. По всем законам вероятности, белки не должны были бы существовать. Чтобы изготовить белок, требуется собрать аминокислоты (которые традиция предписывает мне обязательно назвать здесь «кирпичиками жизни») в определенном порядке, во многом подобно тому, как в определенном порядке собирают буквы, чтобы написать слово. Проблема в том, что слова, записанные аминокислотным алфавитом, зачастую бывают невероятно длинными. Чтобы записать слово «коллаген», название широко распространенного белка, требуется в определенном порядке расположить восемь букв. А чтобы создать коллаген, вам требуется соединить 1055 аминокислот в строго определенной последовательности.[270] Однако — и здесь наступает очевидный, но решающий момент — создаете его не вы. Он создается сам, самопроизвольно, без руководящих указаний. Вот здесь-то и возникают невероятности.

Шансы самосборки молекулы, подобной коллагену, из соединенных в определенной последовательности 1055 элементов, откровенно говоря, равны нулю. Это просто не должно случиться. Чтобы осознать, насколько мало тут шансов на успех, представьте себе обычный игорный автомат типа «однорукий бандит», но значительно расширенный — если быть точным, примерно до 27 м, — чтобы вместить 1055 колес вместо обычных трех-четырех с двадцатью знаками на каждом (по одному на каждую из общеизвестных аминокислот)*.

** (Фактически, на Земле известны 22 встречающиеся в природе аминокислоты; возможно, ждут своего открытия и другие, однако 20 из них необходимы для создания нас и большинства других живых существ. Двадцать вторая аминокислота, названная* ***пирролизином,*** *была открыта в 2002 году исследователями из Университета штата Огайо и найдена только в одном виде архей (так называют одну из самых ранних форм животной и растительной*

жизни, о чем мы поговорим чуть ниже), носящем научное название Methanosarcina barkeri.)

Сколько времени вам придется дергать ручку, прежде чем все 1055 знаков выпадут в нужном порядке? Фактически вечно. Даже если вы сократите число колес до двухсот, что является более обычным количеством аминокислот в белке, вероятность выстраивания всех двухсот в предписанном порядке составит 1 к 10^{260} (т. е. к единице с 260 нулями), много больше числа всех атомов во Вселенной.

Словом, белки — это очень сложные вещества. Гемоглобин длиною всего в 146 аминокислот, по белковым меркам, — карлик, но и он предоставляет собой одну из 10^{190} возможных комбинаций аминокислот, потому химику из Кембриджского университета Максу Перутцу потребовалось 23 года — можно сказать, вся творческая жизнь, — чтобы расшифровать его строение. При случайном протекании процессов создание даже единственного белка должно было бы представляться совершенно невероятным — вроде пронесшегося над кладбищем старых автомобилей смерча, который оставил за собой собранный до последней гайки авиалайнер. Этим красочным сравнением мы обязаны астроному Фреду Хойлу.

Но речь ведь идет о нескольких сотнях тысяч видов белков, возможно, даже о миллионе, каждый из них уникален и каждый, насколько известно, имеет жизненно важное значение для того, чтобы вы были здоровы и счастливы. И это еще только начало. Чтобы от него была польза, белок должен не только соединять аминокислоты в должной последовательности, но и затем, занявшись своего рода химическим оригами, сложиться в строго определенную фигуру, подобно тому, как складывают фигурки из бумаги. Но даже одолев эту конструктивную сложность, белок будет для вас бесполезен, если он не сможет себя воспроизводить, а белки этого не умеют. Для этого требуется ДНК. Молекула ДНК владеет непревзойденным мастерством самовоспроизведения — она копирует себя за считанные секунды, — но не может практически ничего другого. Так что получается парадоксальная ситуация. Белки не могут существовать без ДНК, а ДНК без белков теряет свое назначение. Должны ли мы предположить, что они возникли одновременно ради того, чтобы поддерживать друг друга? Если так — это просто из ряда вон!

И это еще не все. ДНК, белки и другие компоненты жизни не могут благополучно существовать без особого рода оболочки, которая их содержит. Ни один атом или молекула не могут стать живыми сами по себе. Выдерните из своего тела любой атом, и он будет не живее песчинки. Только когда эти разнообразные вещества собираются вместе в питательной среде клетки, они могут принять участие в поразительном танце, называемом *жизнью*. Без клетки они не более чем интересные химические соединения. Но без этих соединений клетка теряет смысл. Как пишет Дэвис: «Если каждому элементу требуются все прочие, как тогда вообще в первый раз возникло это сообщество молекул?» Пожалуй, похоже на то, как если бы все продукты у вас на кухне каким-то образом собрались вместе и спеклись в пирог — к тому же в такой пирог, который по мере надобности выдает еще пирогов. Неудивительно, что мы называем это чудом жизни. И неудивительно, что мы едва начали это чудо постигать.

Так чем же объясняется вся эта поразительная сложность? Одна из возможностей состоит в том, что сложность на самом деле не *настолько* уж невообразимая, как это кажется поначалу. Взять хотя бы эти чудовищно маловероятные белки. Наше удивление по поводу их сборки возникает из предположения, что они предстали перед нами полностью сформировавшимися. А что, если белковые цепочки собирались не сразу? Что, если в великом игорном автомате творения некоторые из колес можно было придержать? Что, если, другими словами, белки не сразу появились на свет, а *эволюционировали!*

Представьте, что вы собрали все компоненты человеческого существа — углерод, водород, кислород и так далее, сложили их в сосуд с водой, хорошенько перемешали, и оттуда выходит

готовый человек. Это было бы потрясающе. Но, по существу, именно об этом говорят Хойл и другие (включая многих рьяных креационистов), когда внушают мысль, будто белки образовались спонтанно, причем все сразу. Нет, так они не могут. Ричард Докинс[271] в «Слепом часовщике» доказывает, что, должно быть, имел место своего рода кумулятивный процесс, давший возможность аминокислотам собираться в группы. Возможно, две или три аминокислоты соединялись с какой-нибудь простой целью, а потом со временем сталкивались с другим схожим пучком и «открывали» какое-то дополнительное улучшение.

Химические реакции вроде тех, что ассоциируются с жизнью, в сущности, довольно обычны. Нам, может быть, не по силам состряпать их в лаборатории в духе Стэнли Миллера и Гарольда Юри, но Вселенная делает это без особого труда. В природе множество молекул собираются вместе, образуя длинные цепочки, называемые *полимерами*. Сахара постоянно собираются вместе, образуя крахмалы. Кристаллам тоже свойствен ряд процессов, сходных с теми, что присущи жизни, — репликация, реакция на воздействие окружающей среды, способность принимать сложные узорчатые формы. Разумеется, сами они никогда не достигали жизни, но неоднократно демонстрировали, что сложность представляет собой естественное, самопроизвольное, вполне достоверное явление. Возможно, жизнь часто встречается во Вселенной, возможно, редко, но упорядоченной самосборки в ней вполне хватает — от ошеломительной симметрии снежинок до правильных колец Сатурна.

Эта естественная тенденция к собиранию вместе настолько сильна, что многие ученые ныне считают возникновение жизни куда более неизбежным явлением, чем мы обычно думаем. Говоря словами бельгийского биохимика, нобелевского лауреата Кристиана де Дюва,[272] жизнь является «обязательным проявлением материи, непременно возникающим всюду где есть соответствующие условия». Де Дюв считал, что такие условия могут встречаться миллионы раз в каждой галактике.

Разумеется, в приводящих нас в движение химических соединениях нет ничего столь уж экзотического. Если бы вы пожелали создать еще одно живое существо, будь то золотая рыбка, листики салата или человек, вам по существу потребовалось бы всего четыре основных элемента: углерод, водород, кислород и азот, — плюс небольшое количество немногих других, главным образом серы, фосфора, кальция и железа. Соедините их примерно в три десятка комбинаций, чтобы получить кое-какие сахара, кислоты и другие основные соединения, и вы сможете создать что-то такое, что живет. Как замечает Докинс: «В веществах, из которых состоят живые существа, нет ничего особенного. Живые существа, как и все прочее, представляют собой наборы молекул».

В конечном счете жизнь удивительна, приятна и, возможно, это даже чудо, но едва ли она невероятна — что многократно подтверждается нашим собственным скромным существованием. Конечно, многие тонкие детали истоков жизни остаются довольно неопределенными. Каждый сценарий необходимых условий возникновения жизни, который вы когда-либо читали, обязательно требует наличия воды — от «маленького теплого пруда», в котором, как полагал Дарвин, брала начало жизнь, до бьющих из морского дна скважин, которые теперь являются самыми популярными кандидатами на признание их истоками жизни, — но во всех примерах упускается тот факт, что соединение мономеров в полимеры[273] (то самое, что дает начало белкам) включает реакцию, известную в биологии как «синтез с выделением воды». Как отмечается в одном крупном труде по биологии, не без нотки смущения, «исследователи сходятся во мнении, что в силу закона действующих масс такие реакции не были бы энергетически выгодными в первозданном море и, по существу, в любой водной среде». Это отдаленно похоже на то, чтобы сыпать сахарный песок в стакан с водой и там превращать его в

кусочек сахара. Из этого ничего не должно получиться, но в природе каким-то образом получается. Химические подробности всего этого для нас несколько сложноваты, но достаточно лишь знать, что если намочить мономеры, они не превращаются в полимеры — за исключением возникновения жизни на Земле. Как и почему это случилось тогда, но не происходит в других случаях, — один из больших, не получивших ответа вопросов биологии.

Одной из самых больших неожиданностей в науках о Земле за последние десятилетия стали открытия, касающиеся периода земной истории, в котором возникла жизнь. До 1950-х годов считалось, что жизнь существует менее 600 млн лет. К 1970-м годам несколько смельчаков сочли, что она, возможно, берет начало 2,5 млрд лет назад. Но вот ныне признаваемый срок в 3,85 млрд лет представляется потрясающе ранним. Поверхность Земли затвердела только 3,9 млрд лет назад.[274]

«Из такой быстроты мы можем лишь заключить, что жизни бактериального уровня "не трудно" развиваться на планетах, имеющих соответствующие условия», — отмечал в 1996 году на страницах «Нью-Йорк таймс» Стивен Джей Гоулд. Или, как он выразился в другом случае, трудно не прийти к заключению, что «жизни, возникающей при первой возможности, химически предначертано быть».

Жизнь действительно возникла так быстро, что некоторые авторитеты думают, что ей, должно быть, помогли — возможно, сильно помогли. Идея, что земная жизнь пришла из космоса, имеет удивительно долгое и даже порой знатное прошлое. Сам знаменитый лорд Кельвин поставил вопрос о такой возможности еще в 1871 году на собрании Британской ассоциации содействия развитию науки, предположив, что «зародыши жизни могли быть занесены на Землю каким-нибудь метеоритом». Но эта идея оставалась не более чем предположением, пока в одно сентябрьское воскресенье 1969 года десятки тысяч австралийцев не были напуганы серией громовых ударов и прочертившим небо с востока на запад болидом. Летевший болид вызывал странное потрескивание и оставлял запах, который некоторые сравнивали с запахом метилового спирта, а другие считали просто отвратительным.

Болид разрушился над Мурчисоном, городишком в 600 жителей в долине Гоулберна к северу от Мельбурна, и выпал дождем осколков, некоторые весом до 5 кг. К счастью, никто не пострадал. Метеорит был редкой разновидности, известной как углеродистые хондриты, а жители городка помогли собрать и сдать около 90 кг осколков. Момент оказался, как никогда, подходящим. Менее чем за 2 месяца до этого на Землю на корабле «Аполлон-11» вернулись астронавты с полным мешком лунных пород, так что лаборатории всего мира были готовы — даже требовали — получить образцы внеземного происхождения.

Было определено, что Мурчисонскому метеориту 4,5 млрд лет и что он усеян аминокислотами — всего 74 вида, 8 из которых участвуют в образовании земных белков. В конце 2001 года, более чем через 30 лет после его падения, Эймсовский научно-исследовательский центр в Калифорнии сообщил, что мурчисонские обломки содержали также сложные группы сахаров, называемых *полиолами*, которые раньше вне Земли не обнаруживали.

После 1969 года с Землей повстречались еще несколько углеродистых хондритов — один из них, упавший близ озера Тагиш на плато Юкон в Канаде в 2000 году видели над большей частью Северной Америки, — и они также подтвердили, что Вселенная на самом деле богата органическими соединениями. Ныне считают, что комета Галлея примерно на 25 % состоит из молекул органических веществ. Упади достаточное число этих молекул на подходящее место — скажем, на Землю, — и вот вам основные элементы, нужные для жизни.[275]

С панспермией, как называют теории внеземного происхождения жизни, возникают две проблемы. Первая состоит в том, что она не дает ответа ни на один вопрос о возникновении жизни, а лишь переносит ответ куда-то еще. Вторая состоит в том, что панспермия иногда

толкает даже самых почтенных ее приверженцев на такие спекуляции, которые вполне можно назвать безрассудными. Один из первооткрывателей структуры ДНК Фрэнсис Крик и его коллега Лесли Орджел высказали предположение, что Землю «преднамеренно засеяли жизнью разумные инопланетяне», — идею, о которой Гриббин говорит, что она «находится на грани научного приличия», или, иными словами, это фантазия, которую сочли бы совершенно безумной, если бы ее высказал не нобелевский лауреат, а кто-нибудь другой. Еще больше подорвали восторги по поводу панспермии Фред Хойл и его коллега Чандра Викрамасингхе, высказав мысль, о которой упоминалось в главе 3, будто из космоса к нам занесена не только жизнь, но и множество болезней, таких как грипп и бубонная чума, идею, без труда опровергнутую биохимиками.

Но что бы ни подтолкнуло к появлению жизни, это случилось лишь единожды. Самое необычайное явление в биологии и, пожалуй, самый удивительный известный нам факт. Все, что когда-либо жило — растение или животное, — берет начало от одного и того же первичного движения. В какой-то момент невообразимо далекого прошлого некий маленький мешочек химических веществ дернулся, ожил. Он поглотил какие-то питательные вещества, тихо запульсировал и короткое время жил. Такое, может быть, случалось и раньше, возможно, много раз. Но этот первичный мешочек совершил что-то дополнительное и необычайное: он разделился и произвел на свет наследника. Крошечный пучок генетического материала перешел из одного живого существа в другое, и с тех пор это движение не прекращалось. То был момент сотворения всех нас. Биологи иногда называют его *Большим Рождением*.[276]

«Куда бы в мире вы ни отправились, на какое бы животное, растение, насекомое ни посмотрели, если оно живое, то будет пользоваться одним и тем же словарем и будет знакомо с одним и тем же кодом. Вся жизнь есть одно», — говорит Мэтт Ридли.[277] Все мы — результат одного генетического трюка, передаваемого из поколения в поколение на протяжении почти 4 млрд лет, до такой степени, что можно взять фрагмент генетического кода человека, залатать им поврежденную дрожжевую клетку, и она примет его в работу как свой собственный. В самом глубоком смысле он и *есть* ее собственный.

Начало жизни — или что-то очень близкое к нему — лежит на полке в кабинете приветливого геохимика Виктории Беннетт, которая работает с изотопами, в корпусе наук о Земле Австралийского национального университета в Канберре. Американка госпожа Беннетт приехала в университет из Калифорнии по двухлетнему контракту в 1989 году и остается здесь до сих пор. Когда в 2001 году я побывал у нее, она дала мне подержать увесистый кусок породы, состоявший из тонких полосок белого кварца, перемежающихся с серовато-зеленым веществом, клинопироксеном. Порода получена с острова Акилия у побережья Гренландии, где в 1997 году были обнаружены особенно древние породы. Им 3,85 млрд лет, и они представляют древнейшие морские отложения из когда-либо найденных.

«У нас нет уверенности, что обломок, который вы держите в руках, когда-то содержал живые организмы, потому что для выяснения этого его надо растереть в порошок, — рассказывает мне Беннетт. — Но эта порода из того же отложения, где были обнаружены следы древнейших живых организмов, так что, возможно, в ней была жизнь». Но сколько ни старайтесь, вы не найдете в ней окаменелых микробов. Увы, любые простейшие организмы спеклись бы в однородную массу в ходе процессов, превративших океанскую грязь в камень. Вместо них, если раскрошить породу и исследовать ее на микроскопическом уровне, мы увидели бы химические остатки этих организмов — изотопы углерода и один из видов фосфата, называемый апатитом, которые вместе служат убедительным свидетельством, что в породе когда-то находились колонии живых существ. «Мы можем только догадываться, как могли

выглядеть эти организмы, — говорит Беннетт. — Вероятно, они были самыми простейшими, какие только может породить жизнь — но все же это была жизнь. Они жили. Они размножались».

И в конечном счете они привели к нам.

Если вы увлекаетесь очень древними породами, что, несомненно, относится к госпоже Беннетт, Австралийский национальный университет уже давно является самым подходящим для вас местом. В значительной мере благодаря человеку по имени Билл Компстон, который сейчас на пенсии, но в 1970-х годах создал первый в мире «Чувствительный ионный микрозонд высокого разрешения», или SHRIMP, как его ласково именуют по начальным буквам английского названия.[278] Этот прибор измеряет интенсивность распада урана в крошечных частицах минерала, называемого цирконом. Циркон встречается в большинстве пород, кроме базальта, и он чрезвычайно устойчив и долговечен, сохраняясь во всех природных процессах, кроме субдукции. Большая часть земной коры в какой-то момент соскальзывала обратно в раскаленные недра, но кое-где, например в Западной Австралии и Гренландии, геологи нашли обнажения пород, которые всегда оставались на поверхности. Прибор Компстона позволил определить возраст этих пород с небывалой точностью. Опытный образец прибора SHRIMP был изготовлен в мастерских факультета наук о Земле и выглядел так, будто собран в гараже из разрозненных запчастей, но работал он великолепно. При первом официальном испытании в 1982 году он определил возраст древнейшего из когда-либо найденных образцов — куска породы из Западной Австралии — 4,3 млрд лет.

«В то время это произвело сенсацию, — рассказывает Беннетт. — Открыть нечто важное, так быстро и с помощью новейшей научной аппаратуры».

Она привела меня к нынешней модели, SHRIMP II.[279] Это было большое массивное устройство из нержавеющей стали, метра три с половиной длиной и метра полтора в высоту, прочно слаженный, как глубоководный аппарат. У пульта перед ним, следя за непрерывно меняющимися цепочками цифр, стоял Боб, исследователь из новозеландского Кентерберийского университета. Он сказал, что находится здесь с четырех утра. Шел десятый час, в распоряжении Боба аппарат был до двенадцати. SHRIMP II работает 24 часа в сутки; так много пород ожидают определения возраста. Спросите наугад пару геохимиков, как действуют подобные устройства, и они начнут взахлеб, хотя и не слишком доходчиво, распространяться о распространенности изотопов и уровнях ионизации. В итоге, однако, можно понять, что аппарат, бомбардируя образец породы потоком ионов, способен уловить едва заметные различия в количестве свинца и урана в цирконовых вкраплениях и тем самым дает возможность точно определить возраст породы. Боб объяснил, что для обмера одного циркона требуется примерно семнадцать минут, а для получения надежных результатов надо обработать десятки цирконов из одного куска породы. На практике это дело можно сравнить с походом в прачечную самообслуживания как по объему хлопот, так и по количеству усилий, чтобы заставить себя это сделать. Однако Боб, казалось, был страшно доволен; новозеландцы, впрочем, в большинстве своем такие.

Университетский корпус наук о Земле странным образом сочетает в себе разные службы — частью офис, частью лаборатория, частью механическая мастерская. «Мы здесь все делали сами, — говорит Беннетт. — У нас даже был свой стеклодув, но теперь он на пенсии. А вот двое камнедробильщиков у нас все еще работают. — Поймав мой удивленный взгляд, она добавила: — Мы обрабатываем уйму породы. И образцы требуется очень тщательно подготовить. Приходится принимать меры против загрязнения от предыдущих образцов — никакой пыли и мусора. Довольно скрупулезный процесс». Она показала мне камнедробильные станки, которые действительно отличались чистотой, хотя сами камнедробильщики, кажется, ушли пить кофе. Рядом со станками стояли большие ящики с камнями всех форм и размеров. В

Австралийском национальном университете и вправду имеют дело с большим количеством горных пород.

Вернувшись в кабинет Беннетт после экскурсии, я заметил висевший на стене плакат с нарисованным художником и не лишенным фантазии красочным изображением Земли, как она могла выглядеть 3,5 млрд лет назад, как раз когда предстояло зарождение жизни, в древнюю эру, известную в геологии как архей. На плакате чуждый ландшафт с огромными, весьма активно действующими вулканами и испаряющимся, отливающим медью морем под режущим глаз красным небом.

Мелководья на переднем плане заполнены строматолитами, каменными продуктами жизнедеятельности бактерий. Все это не очень похоже на место, подходящее для сотворения и взращивания жизни. Я спросил Беннетт, корректно ли изображение.

«Как сказать, одна школа придерживается мнения, что в действительности тогда было прохладно, поскольку солнце грело намного слабее». (Позднее я узнал, что биологи, когда у них игривое настроение, называют это явление «проблемой китайского ресторана» — имея в виду полумрак из-за более тусклого Солнца в те времена.[280]) «Без атмосферы ультрафиолетовые лучи даже более слабого Солнца вели бы к разрушению любых появляющихся связей между молекулами. И тем не менее как раз здесь, — она постучала пальцем по строматолитам, — живые организмы обитают почти на поверхности. Загадка». — «Значит, мы не знаем, каким тогда был мир?» — «М-м-м», — задумчиво согласилась она. «В любом случае он не выглядит особенно подходящим для жизни». Она мирно кивнула: «Но все-таки там должно было быть что-то подходящее для жизни. Иначе мы не стояли бы здесь».

Нам он наверняка бы не подошел. Если бы вы вышли из машины времени в этот древний архейский мир, то очень быстро юркнули бы обратно, потому что необходимого для дыхания кислорода на Земле тогда было не больше, чем теперь на Марсе. На ней также было полно ядовитых паров соляной и серной кислот, достаточно насыщенных, чтобы проникнуть сквозь одежду и покрыть волдырями кожу. Не открывались бы и яркие отчетливые перспективы, изображенные на плакате в кабинете Виктории Беннетт. Химическое варево, которым была в то время атмосфера, пропускало на Землю очень мало солнечного света. То малое, что мы могли бы увидеть, только на короткое время освещалось бы частыми ослепительными вспышками молний. Словом, это была Земля, но такая, какую мы не признали бы своей.

В архейском мире важные события случались редко. На протяжении двух миллиардов лет единственной формой жизни были микроорганизмы. Они жили, размножались, кишели, но не проявляли особой склонности переходить на другой, более перспективный уровень существования. В какой-то момент в первый миллиард лет существования жизни цианобактерии, или сине-зеленые водоросли, научились извлекать широкодоступный источник питания — водород, содержащийся в поразительном изобилии в воде. Они поглощали молекулы воды, под действием солнечной энергии извлекали из нее водород, а кислород шел в отходы; тем самым был изобретен фотосинтез. Как отмечают Маргулис и Саган, фотосинтез, «несомненно, является важнейшим нововведением в области обмена веществ за всю историю жизни на планете» — и его придумали не растения, а микроорганизмы.

По мере быстрого размножения цианобактерии мир стал наполняться O_2, к ужасу организмов, которые находили его ядовитым, — в те времена такими были все. В анаэробном (не потребляющем кислород) мире кислород чрезвычайно ядовит. Наши белые кровяные тельца для уничтожения вторгающихся микробов фактически используют кислород. Что кислород по сути своей токсичен, часто вызывает удивление у тех из нас, кто считает его таким благотворным для нашего здоровья, но это только потому, что мы эволюционировали таким

образом, чтобы использовать его. Для других он страшен. Именно от него горкнет масло и ржавеет железо. Даже мы переносим его лишь до определенной точки. Его содержание в клетках нашего организма составляет лишь десятую часть от содержания в атмосфере.[281]

У новых, потреблявших кислород организмов было два преимущества. Кислород был более эффективным источником энергии и к тому же поражал соперничавшие организмы. Часть из них отступила в илистый анаэробный мир на дне болот и озер. Другие поступили сходным образом, но позднее (намного позднее), переселившись в пищеварительные тракты существ, подобных нам с вами. Довольно много таких первозданных организмов живут в вашем теле прямо сейчас, помогая вам переваривать пищу, и они терпеть не могут даже намека на O_2. Бессчетное количество других не смогло адаптироваться и погибло.

Цианобактериям страшно повезло. Поначалу выделяемый ими лишний кислород не скапливался в атмосфере, а соединялся с железом, образуя оксиды, которые оседали на дно первобытных морей. Миллионы лет мир буквально ржавел — явление, отчетливо увековеченное в ленточных железистых отложениях, которые в наши дни дают столько добываемой в мире железной руды. Многие десятки миллионов лет происходило не так уж много более существенного. Если вернетесь в этот мир раннего протерозоя, то найдете мало признаков будущей жизни на Земле. Возможно, кое-где в тихих водоемах встретите пленку живого вещества или едва заметный зеленовато-бурый налет на прибрежных камнях, но больше жизнь никак себя не проявляет.

Но около 3,5 млрд лет назад появилось нечто более бросающееся в глаза. Там, где море было помельче, стали возникать заметные глазу образования. Постепенно химически видоизменяясь, цианобактерии становились немного клейкими и благодаря этому стали улавливать микрочастицы ила и песка, связывать их, образуя причудливые, но прочные сооружения — строматолиты, те, что на плакате в кабинете Виктории Беннетт изображены на переднем плане на отмелях. Строматолиты были разных форм и размеров. Иногда они были похожи на огромные кочаны цветной капусты, иногда на пушистые матрацы («строматолит» происходит от греческого слова, означающего «матрац»); иногда они поднимались в виде колонн на десятки метров над поверхностью воды — в некоторых случаях даже до 100 м. Во всех своих проявлениях они были своего рода живыми камнями и представляли собой первое в мире совместное предприятие, где одни разновидности простейших организмов прямо на поверхности, а другие внизу, пользовались удобствами, создававшимися другими. Мир обрел первую экосистему.

Много лет ученые знали о строматолитах по ископаемым формациям, но в 1961 году настоящим сюрпризом для них стало открытие колонии живых строматолитов в заливе Шарк Бей на далеком северо-западном побережье Австралии. Оно оказалось настолько неожиданным, что только спустя несколько лет до ученых дошло, что же они на самом деле открыли. Сегодня Шарк Бей стал туристической достопримечательностью — в той мере, в какой вообще может быть привлекательным место, расположенное за сотни миль от крупных городов и за десятки миль от ближайших проявлений цивилизации. В залив проложили дощатые мостки, чтобы посетители могли пройти над водой и хорошенько разглядеть строматолиты, спокойно дышащие как раз под поверхностью. Они тускло-серого цвета и, как я писал в одной из предыдущих книг, похожи на очень большие коровьи лепешки. Но испытываешь поразительное ощущение, когда подумаешь, что видишь живых обитателей Земли, какими они были 3,5 млрд лет назад. Как сказал Ричард Форти: «Это настоящее путешествие во времени, и, если бы мир был приучен ценить подлинные чудеса, это место было бы таким же знаменитым, как пирамиды Гизы». Хотя вы никогда бы не догадались, эти неприметные камни кишат живыми существами, на каждый

квадратный метр камня предположительно приходится 3 млрд отдельных микроорганизмов. Иногда, если посмотреть внимательнее, можно увидеть поднимающиеся к поверхности тоненькие цепочки пузырьков — это водоросли отдают кислород. За два миллиарда лет такие почти незаметные старания повысили уровень кислорода в атмосфере Земли до 20 процентов, подготавливая условия для открытия следующей, более сложной главы в истории жизни.

Полагают, что цианобактерии в заливе Шарк Бей могут быть самыми медленно эволюционирующими организмами на Земле, и, конечно, они сегодня одни из редчайших. Открыв путь более сложным формам жизни, они затем почти всюду были полностью съедены теми самыми организмами, чье существование они сделали возможным. (В Шарк Бей они сохранились благодаря тому, что вода в нем слишком соленая для существ, которые обычно ими питаются.)

Одна из причин того, что жизни для обретения сложных форм потребовалось так много времени, состояла в том, что миру пришлось ждать, пока более простые организмы достаточно насытят атмосферу кислородом. Как выразился Форти: «Животные были не в состоянии набрать энергии для своей деятельности». Потребовалось около 2 млрд лет, приблизительно 40 % истории Земли, чтобы содержание кислорода в атмосфере достигло примерно нынешнего уровня. Но когда условия были подготовлены, видимо, довольно скоро, возник совершенно новый вид клетки, содержавшей ядро и другие компоненты, обобщенно называемые *органеллами* (от греческого слова, означающего «маленькие инструменты»). Считают, что процесс начался, когда какая-то дефектная или склонная к риску бактерия либо захватила, либо сама была захвачена другой бактерией, и оказалось, что это устраивает их обеих. Считают, что захваченная бактерия стала митохондрией. Это внедрение митохондрии (или, как любят говорить биологи, эндосимбиотическое событие) сделало возможным существование сложных живых организмов. (В растениях аналогичное внедрение дало начало хлоропластам, которые позволяют осуществлять фотосинтез.)

Митохондрии манипулируют кислородом таким образом, что он высвобождает энергию из пищи. Без этого остроумного и эффективного приема жизнь на Земле сегодня была бы представлена не более чем грязными пятнами простейших микробов. Митохондрии очень малы — на одной песчинке их может поместиться миллиард,[282] — но притом очень прожорливы. Почти все, чем вы питаетесь, идет в пищу им.

Без них мы не прожили бы и двух минут, и тем не менее даже спустя миллиард лет митохондрии ведут себя так, словно считают, что между нами не может быть ничего общего. У них свои собственные ДНК, РНК и рибосомы. Они размножаются в разное время с содержащими их клетками. Они выглядят как микроорганизмы, делятся как микроорганизмы и иногда реагируют на антибиотики как микроорганизмы. Они даже не говорят на одном генетическом языке с клеткой, в которой живут. Словом, держат свои чемоданы упакованными. Как будто вы пустили в дом постороннего, но он остается здесь уже миллиард лет.

Новый тип клеток стали называть эукариотами (что означает «содержащие ядро») в противоположность старому типу, известному как прокариоты («безъядерные»). Видимо, эукариоты появились в среде палеосуществ внезапно. Древнейшие из известных эукариот, носящие название *Grypania,* были обнаружены в железистых отложениях в Мичигане в 1992 году. Такого рода ископаемые были найдены только раз, далее на отрезке времени протяженностью 500 млн лет больше ничего подобного не встречалось.[283]

Земля сделала первый шаг к тому, чтобы стать действительно интересной планетой. По сравнению с новыми эукариотами старые прокариоты, заимствуя выражение британского геолога Стивена Драри, были чуть более чем «мешки с химикатами». Эукариоты были крупнее, со временем они стали в десять тысяч раз больше своих более простых родственников и могли

вмещать в тысячу раз больше ДНК. Постепенно благодаря этим важным изменениям жизнь стала сложной и породила два вида живых организмов: выделяющих кислород (как растения) и потребляющих его (как мы с вами).

Одноклеточные эукариоты называют «протозоа», или «простейшими». По сравнению с древними бактериями эти новые простейшие являют собой чудесные утонченные конструкции. Простая амеба, состоящая всего из одной клетки и не имеющая иных стремлений, кроме как жить, содержит в ДНК четыреста миллионов бит информации[284] — достаточно, как заметил Карл Саган, чтобы заполнить 80 500-страничных книг.

В конечном счете эукариоты усвоили еще более замечательный трюк. На это ушло много времени — около миллиарда лет, но когда его освоили, он оказался весьма к месту. Они научились организовываться в сложные многоклеточные существа. Благодаря этому новшеству стало возможным появление больших, сложных, видимых глазом существ вроде нас. Планета Земля была готова подняться на следующую грандиозную ступень развития.

Но прежде чем мы отдадим дань восхищения этому факту, надо напомнить, что наш мир, как мы сейчас увидим, все еще принадлежит очень малым созданиям.

20
МАЛЫЙ МИР

Пожалуй, не очень хорошо проявлять излишний интерес к собственным микробам. Но великий французский химик и бактериолог Луи Пастер увлекся этим до того, что взял за привычку критически разглядывать в лупу каждое поданное ему блюдо. Вряд ли эта привычка добавила ему повторных приглашений на обед.

Прятаться от своих микробов, в сущности, нет смысла, ибо они постоянно обитают на вас и вокруг вас в количествах, которые трудно себе представить. Если вы находитесь в добром здравии и нормально соблюдаете гигиену, то на просторах вашего тела пасется примерно триллион микробов — около 50 млн на каждом квадратном сантиметре кожи.[285] Они кормятся десятком миллиардов или около того кожных чешуек, которые вы ежедневно сбрасываете, плюс всякими вкусными жирами и укрепляющими минеральными веществами, сочащимися из каждой поры и щели. Вы для них полный буфет, к тому же обеспечиваете теплом и являетесь постоянным средством передвижения. В благодарность они оставляют вам запах тела.

И это только микробы, населяющие вашу кожу. Триллионы их скрываются в вашем кишечнике и носовых каналах, прилипают к волосам и ресницам, плавают по поверхности глаз, дырявят зубную эмаль. Одна ваша пищеварительная система служит жилищем для ста с лишним триллионов микробов и бактерий по меньшей мере 400 видов. Одни имеют дело с сахаром, другие с крахмалом, некоторые нападают на других микробов. Поразительное множество вроде вездесущих кишечных спирохет не выполняют никаких известных функций. Похоже, что им просто нравится быть с вами. Организм каждого человека состоит приблизительно из 10 триллионов клеток, но служит хозяином для примерно 100 триллионов бактериальных и микробных клеток. Словом, они составляют заметную часть нас самих. С точки зрения микробов и бактерий, мы, разумеется, являемся малой частью их самих.[286]

Из-за того что мы, люди, достаточно большие и умные, чтобы производить антибиотики и пользоваться дезинфицирующими средствами, нам легко убедить себя, что микробы нашими усилиями оттеснены на обочину жизни. Не верьте этому. Возможно, микробы и бактерии не строят городов и не ведут интересную светскую жизнь, но они останутся здесь и когда взорвется Солнце.[287] Это их планета, а мы находимся на ней лишь с их позволения.

Не забывайте, что микробы и бактерии миллиарды лет обходились без нас. А мы без них не могли бы прожить и дня. Они перерабатывают наши отходы и делают их снова пригодными для употребления; без их усердного жевания не было бы гниения и разложения. Они очищают нашу воду и сохраняют плодородие почвы. В нашем кишечнике микробы и бактерии синтезируют витамины, превращают продукты питания в полезные сахара и полисахариды и воюют с проникающими по пищеводу чужими микробами.

Мы полностью зависим от бактерий, получая из воздуха азот и преобразуя его в полезные для нас нуклеотиды и аминокислоты. Это огромный самоотверженный труд. Как отмечают Маргулис и Саган, чтобы сделать то же самое промышленными методами (как при производстве удобрений), пришлось бы нагревать исходные материалы до 500 градусов Цельсия и подвергать их давлению, в 300 раз превышающему нормальное. Бактерии делают то же самое без лишней суеты, и слава богу, ибо ни одно крупное живое существо не могло бы существовать без получаемого благодаря им азота. Но, самое главное, микроорганизмы продолжают снабжать нас воздухом, которым мы дышим, поддерживая постоянный состав атмосферы. Микроорганизмы,

включая современные разновидности цианобактерий, доставляют планете большую часть пригодного для дыхания кислорода. Водоросли и другие крошечные организмы, пускающие в море пузыри, ежегодно выдыхают около 150 млрд тонн этого вещества.

И они поразительно плодовиты. Самые неистовые из них могут производить на свет новое поколение менее чем за 10 минут; *Clostridiumperfringens,* неприятное микроскопическое существо, вызывающее газовую гангрену, репродуцируется за 9 минут и тут же начинает делиться снова. При таких темпах одна бактерия теоретически могла бы за 2 дня произвести на свет больше отпрысков, чем насчитывается протонов во Вселенной. «При наличии достаточного количества питательных веществ одна бактериальная клетка может произвести 280 000 млрд особей за один-единственный день», — утверждает бельгийский биохимик, нобелевский лауреат Кристиан де Дюв. За то же время человеческая клетка может разделиться всего лишь раз.

Примерно раз в миллион делений они производят мутанта. Обычно для мутанта это несчастье — ибо для живого существа изменения всегда опасны, но время от времени новая бактерия неожиданно наделяется каким-нибудь преимуществом, таким, как способность избегать удара антибиотиков или не реагировать на него. Эта способность эволюционировать влечет за собой другое, еще более страшное преимущество. Бактерии делятся информацией. Любая бактерия может взять у любой другой часть генетического кода. По выражению Маргулиса и Сагана, все бактерии, по существу, плавают в одном генном пруду, общем генофонде. Любые приспособительные изменения, происходящие в одной части мира бактерий, могут распространиться на другую. Вроде того, как если бы человек позаимствовал у насекомых генетический код выращивания крыльев или хождения по потолку. Это означает, что в генетическом смысле бактерии стали единым суперорганизмом — незаметным, рассеянным, но непобедимым.

Они охотно питаются почти всем, что вы проливаете или стряхиваете. Дайте им всего каплю жидкости, и они, возникнув словно из ничего, станут в ней кишеть. Они охотно поедают дерево, обойный клей, металлы в засохшей краске. В Австралии ученые обнаружили микробы *Thiobacillus concretivorans,* которые питались концентрированной серной кислотой, способной растворять металл, и они не могут без нее жить. Вид *Micrococcus radiophilus* счастливо обитает в емкостях с отходами ядерных реакторов, объедаясь плутонием и чем-то там еще. Некоторые бактерии разрушают химические вещества, не извлекая, насколько известно, никакой пользы для себя.

Их обнаружили в кипящих грязевых котлах и в озерах едкого натра, в глубине горных пород, на морском дне, в скрытых озерцах ледяной воды в долинах Мак-Мердо в Антарктиде и на 11-километровой глубине в Тихом океане, где давление в тысячу раз больше, чем на поверхности, — это все равно что быть раздавленными под 50 аэробусами. Некоторые из них, кажется, практически неразрушимы. Согласно журналу «Экономист» микроб *Deinococcus radiodurans* «почти невосприимчив к радиоактивности». Разрушьте его ДНК облучением, и отдельные части тут же восстановятся, «подобно оторванным конечностям оживающего чудовища из фильма ужасов».

Пожалуй, самым удивительным примером выживания служат бактерии-стрептококки, колонию которых извлекли из загерметизированного объектива фотоаппарата, простоявшего 2 года на Луне, и она оказалась жизнеспособна. Словом, имеется мало таких сред, для жизни в которых бактерии не подготовлены. «Теперь при опускании зондов в скважины на дне океана с такой температурой, что начинают плавиться приборы, обнаруживается, что даже там есть бактерии», — говорила мне Виктория Беннетт.

В 1920-х годах двое ученых Чикагского университета, Эдсон Бастин и Фрэнк Грир,

сообщили, что выделили из нефтяных скважин штаммы бактерий, обитающих на глубине 600 метров. Это заявление сразу было отвергнуто как совершенно нелепое — ничто не может жить на глубине 600 метров, — и на протяжении 50 лет считалось, что их пробы были загрязнены микробами с поверхности. Теперь мы знаем, что в глубине Земли обитает масса микробов, многие из которых не имеют абсолютно ничего общего с традиционным органическим миром. Они питаются горными породами или скорее находящимися в них веществами — железом, серой, марганцем и т. п. И дышат они тоже странными вещами — железом, хромом, кобальтом и даже ураном. Такие процессы могли бы играть важную роль в обогащении пород золотом, медью и другими ценными металлами, а возможно, и в формировании залежей нефти и природного газа. Высказывалось даже предположение, что эта их неустанная трапеза и создала земную кору.

Некоторые ученые ныне считают, что у нас под ногами может жить до 200 триллионов тонн бактерий, образующих так называемые подповерхностные литоавтотрофные микробные экосистемы, сокращенно SLiME. Томас Голд из Корнелльского университета подсчитал, что если достать все бактерии из глубины Земли и вывалить их на поверхность, то они покроют планету слоем толщиной 1,5 метра. Если его подсчеты верны, то под Землей жизни может оказаться куда больше, чем на поверхности.

В глубине микробы уменьшаются в размерах и становятся страшно инертными. Самые активные из них могут делиться не чаще, чем раз в столетие, некоторые, возможно, не чаще, чем раз в 500 лет. Как пишет журнал «Экономист», «похоже, ключ к долгой жизни в том, чтобы не слишком много работать». Когда обстоятельства принимают действительно крутой оборот, бактерии готовы заглушить все системы и ждать лучших времен. В 1997 году в музее Тронхейма в Норвегии ученые успешно активизировали споры возбудителя сибирской язвы, находившиеся в состоянии покоя восемьдесят лет. Другие микроорганизмы вернулись к жизни после открытия консервной банки с мясом возрастом 118 лет и бутылки пива, которой было 166 лет. В 1996 году ученые Российской академии наук заявили, что оживили бактерии, пребывавшие в вечной мерзлоте Сибири 3 млн лет. Но рекордом долговечности пока что является, как утверждали в 2000 году Рассел Фриланд с коллегами из Вестчестерского университета в Пенсильвании, оживленная ими 250-миллионно-летняя бактерия, названная *Bacilluspermians,* которая была погребена в соляных залежах на глубине 600 метров в Карлсбаде, штат Нью-Мексико. Если так, то этот микроб старше материков.

Сообщение было встречено с понятным сомнением. Многие биохимики настаивали, что за такой период компоненты микроба деградировали бы до полной непригодности, если только бактерия время от времени не пробуждалась. Однако, если бактерия время от времени действительно двигалась, не было подходящего внутреннего источника энергии, которого бы хватило на такой длительный срок. Самые сомневающиеся ученые высказывали мысль, что образец мог быть загрязнен, если не в ходе исследования, то, возможно, еще будучи захороненным. В 2001 году группа ученых Тель-Авивского университета доказывала, что *B. permians* почти идентична роду современных бактерий *Bacillus marismortui,* обнаруженных в Мертвом море. Отличались только две генетические последовательности, да и те лишь незначительно.

«Должны ли мы считать, — писали израильские исследователи, — что за 250 млн лет *B. permians* накопила столько же генетических отличий, сколько можно получить в лаборатории за 3–7 дней?» Фриланд ответил предположением, что «в лаборатории бактерии эволюционируют быстрее, чем в природе».

Может быть.[288]

Поразительно, что даже в космический век в большинстве школьных учебников живой мир делился всего на две категории — растительный и животный. Микроорганизмы почти не принимаются в расчет. Амебы и подобные им одноклеточные организмы считаются простейшими животными, а водоросли — простейшими растениями. Бактерии обычно валят в одну кучу с растениями, хотя каждому было известно, что они к ним не относятся. Еще в конце девятнадцатого века немецкий естествоиспытатель Эрнст Геккель[289] высказывал мысль, что бактерии заслуживают помещения в отдельное царство, которое он назвал «монера», но эта идея не пользовалась расположением биологов до 1960-х годов, да и потом к ней обращались лишь немногие. (Замечу, что мой надежный настольный словарь «Американ Херитидж» 1969 года издания не знает этого термина.)

Многие другие организмы тоже плохо укладываются в традиционную классификацию. Грибы, класс, включающий собственно грибы, плесени, дрожжи и грибы-дождевики, почти всегда считались объектами ботаники, хотя фактически почти ничто в них — ни то, как они размножаются и дышат, ни процесс их формирования — не похоже на то, как это бывает в растительном мире. В структурном отношении они имеют больше общего с животными, в том смысле, что строят свои клетки из хитина, вещества, которое придает им характерную текстуру. То же вещество используется в образовании панцирей насекомых и когтей млекопитающих, хотя в жуке-олене оно не такое вкусное, как в трюфелях. Прежде всего, в отличие от всех растений грибам не свойствен фотосинтез, так что у них нет хлорофилла, и потому они не зеленые. Вместо этого они растут непосредственно на источнике пищи, которая может быть почти чем угодно. Грибы будут выедать серу из бетонной стены или отмирающие ткани у вас между пальцами ног — ни того, ни другого растения никогда делать не станут. Чуть ли не единственное их сходство с растениями состоит в том, что они пускают корни.

Еще труднее поддавалась классификации своеобразная группа организмов, официально называемых миксомицетами, но больше известных как слизевики. Это не слишком ясное и яркое название вряд ли в полной мере отражает всю необъяснимость этих созданий. Гораздо живее звучал бы например такой термин: «блуждающая самоактивизирующаяся протоплазма» — он не так похож на то, что вы находите в глубине засоренной канализационной трубы, и почти наверняка принес бы этим необычным существам более весомую долю заслуженного внимания, потому что слизевики, несомненно, относятся к числу самых интересных организмов в природе. В благоприятных условиях они существуют как одноклеточные особи, во многом похожие на амеб. Но когда наступают тяжелые времена, они сползаются в место сбора и почти чудом становятся слизевиком. Слизевик далеко не блещет красотой и передвигается не слишком далеко — обычно всего лишь снизу кучи гниющих листьев наверх, где чуть просторнее, однако миллионы лет это, возможно, было самым ловким трюком во Вселенной.

Но этим дело не кончается. Перебравшись в более подходящее место, слизевик снова меняет свою внешность, принимая форму растения. Вследствие какого-то удивительного упорядоченного процесса клетки реорганизуются подобно музыкантам маленького марширующего оркестра, образуют стебель, наверху которого формируется луковица, известная как плодоносящее тело. Внутри нее находятся миллионы спор, которые в подходящий момент разносятся по ветру, чтобы стать одноклеточными организмами и начать процесс заново.

Многие годы зоологи относили слизевиков к простейшим животным, а микологи считали их грибами, хотя большинству исследователей было очевидно, что они не принадлежат ни к тем, ни к другим. Когда же пришло время генетических исследований, люди в лабораторных халатах с удивлением обнаружили, что слизевики настолько уникальны и необычны, что не имеют в природе никаких аналогов и порой даже резко отличаются друг от друга.

В 1969 году, пытаясь навести какой-то порядок в обрастающей несоответствиями

классификации, эколог из Корнелльского университета Р. Х. Уиттакер опубликовал в журнале *Science* предложение поделить живые организмы на 5 основных ветвей — известных как царства, — названных *Animalia, Plantae, Fungi, Protista* и *Monera.*[290] *Protista* было видоизменением более раннего термина, *Protoctista,* предложенного столетием раньше шотландским биологом Джоном Хоггом и предназначенного для определения всех организмов, не являвшихся ни растениями, ни животными.

Хотя новое построение Уиттакера было значительным улучшением, *Protista* оставались недостаточно определенными. Некоторые систематизаторы зарезервировали этот термин для крупных одноклеточных организмов-эукариот, но другие рассматривали его как своего рода ящик для разного хлама, помещая туда все, что больше никуда не укладывалось. Сюда относили (в зависимости от текста, в который вы заглядывали) слизевиков, амеб и даже, среди многого другого, морские водоросли. По одному из подсчетов здесь обреталось аж 200 тысяч различных видов организмов. Поистине горы хлама.

По иронии судьбы, как раз когда Уиттакерова классификация из пяти царств начинала пробивать себе путь в учебники, один скромный научный сотрудник Иллинойсского университета нащупывал путь к открытию, которое поставит все под вопрос. Его звали Карл Воуз, и начиная с середины 1960-х годов — или примерно с того времени, как появилась такая возможность, — он спокойно изучал генетические последовательности бактерий. Раньше это было чрезвычайно трудоемким занятием. Работа с единственной бактерией вполне могла занять целый год. Тогда, по словам Воуза, было известно лишь около 500 видов бактерий, что меньше числа видов у вас во рту. Сегодня это число примерно в 10 раз больше, хотя оно все еще много меньше, чем 26 900 видов водорослей, 70 000 видов грибов и 30 800 видов амеб и других родственных организмов, чьи жизнеописания заполняют анналы биологии.

Общее число бактерий было невелико не из-за отсутствия интереса. Бактерии иногда страшно трудно выделить и исследовать. Только один процент из них будет расти на питательной среде. Принимая во внимание, как необыкновенно легко они приспособляются в естественных условиях, странно, что единственным местом, где они не желают жить, похоже, является чашка Петри. Уложите их на слой агар-агара, ублажайте их чем угодно, но большинство будет просто лежать, отвергая любые побуждения к росту. Всякая бактерия, процветающая в лаборатории, по определению является отклонением от нормы, и тем не менее почти исключительно такие организмы изучаются микробиологами. По словам Воуза, это все равно что «изучать животных, посещая зоопарки».

Впрочем, гены дали возможность Воузу взглянуть на микроорганизмы под другим углом. В ходе исследования Воузу стало ясно, что в мире микробов различия куда существеннее, чем предполагали. Множество малых организмов, которые выглядели и вели себя как бактерии, на самом деле были чем-то совсем другим — ответившимся от бактерий очень давно. Воуз назвал эти существа архебактериями, а позднее, сокращенно, — археями.

Надо сказать, что свойства, отличающие архей от бактерий, не из тех, которые заставляют учащаться пульс у кого-нибудь, кроме биологов. Это большей частью различия в липидах и отсутствие некоего вещества, называемого пептидогликаном. Но на деле они составляют совсем иной мир. Археи отличаются от бактерий больше, чем мы с вами, от крабов и пауков. Воуз в одиночку открыл никем не предполагавшееся разделение живых организмов, столь фундаментальное, что оно оказалось выше уровня царств, находившихся у самого корня Всемирного Древа жизни, как иногда возвышенно называют классификацию всего живого.

В 1976 году он всполошил мир — или по крайней мере ту небольшую часть его, которая обратила на это внимание, — перерисовав Древо жизни, которое теперь вместо 5 главных подразделений включало 23. Он сгруппировал их в 3 основных категории: бактерии, археи и

эукарии, которые получили название доменов или надцарств. Новая классификация сводилась к следующему:

— бактерии: цианобактерии, пурпурные бактерии, грамположительные бактерии, зеленые несерные бактерии, флавобактерии и термотогалы (thermotogales);

— археи: галофильные археи, метаносарцины (methanosarcina), метанобактерии, метанококки, термоселеры (thermoceler), термопротеи (thermoproteus) и пиродиктиумы (pyrodictium);

— эукарии: дипломонадиды, микроспориды, трихомонады, жгутиковые, слизевики, ресничные, растения, грибы и животные.[291]

Новая классификация Воуза не завоевала биологический мир. Некоторые отвергли его систему как отдающую слишком большой перевес микробному миру. Многие просто ее не заметили. Воуз, по словам Фрэнсис Эшкрофт, «был горько разочарован». Но его новая система стала понемногу находить благодатную почву среди микробиологов. Ботаники и зоологи значительно медленнее признавали ее достоинства. Нетрудно понять почему. В модели Воуза мирам ботаники и зоологии отводится лишь несколько прутиков на самой крайней ветви эукариотного ствола. Все остальное принадлежит одноклеточным.

«Эти люди научены классифицировать в масштабах крупных морфологических сходств и различий, — говорил Воуз инетрвьюеру в 1996 году. — Многим из них трудно освоиться с мыслью, что то же самое можно делать на уровне молекулярных последовательностей». Словом, если они не могут увидеть разницу глазом, то им это не по нраву. Посему они продолжали придерживаться более привычной классификации из 5 царств, о которой Воуз, будучи в добром настроении, говорил, что от нее «мало пользы», а в остальное время называл «явно вводящей в заблуждение». «Биология, как до нее физика, — писал Воуз, — достигла уровня, когда представляющие интерес объекты и их взаимодействие часто нельзя постичь путем непосредственного наблюдения».

В 1998 году виднейший и убеленный сединами гарвардский зоолог Эрнст Майр (которому тогда шел девяносто четвертый год, а ко времени моей работы над книгой он приближается к ста, и все еще бодр и крепок) еще больше накалил страсти, заявив, что должно быть всего два основных подразделения живых организмов — он назвал их «империями». В работе, опубликованной в «Трудах Национальной академии наук», Майр утверждал, что выводы Воуза интересны, но в конечном счете неверны, отмечая что «Воуз по образованию не биолог и, вполне естественно, не обладает обширными познаниями касательно основ классификации». Это уже близко к тому, что один маститый ученый утверждает, что другой не знает, о чем говорит.

Детали критических замечаний Майра носят в основном технический характер — среди многого прочего они касаются вопросов полового размножения (мейоза), кладификации (выделения таксонов) по Хеннигану и спорных интерпретаций генома *Methanobacterium thermoautrophicum,* но, по существу, критика сводится к тому, что классификация Воуза нарушает равновесие Древа жизни. Царство бактерий, отмечает Майр, состоит не более чем из нескольких тысяч видов, а архей — всего из 175 получивших название разновидностей; возможно, откроют еще несколько тысяч — «но вряд ли более того». По сравнению с ними царство эукариот, то есть сложных организмов с клетками, содержащими ядро, вроде нас, уже насчитывает миллионы видов. Во имя «принципа равновесия» Майр выступает за объединение простых микроорганизмов в одну категорию — прокариот, и помещение остальных, более сложных и «высокоразвитых», в империю эукариот, которая будет с ней на равных. Иначе говоря, он выступает зато, чтобы оставить все в основном как есть. Это различие между

простыми и сложными клетками и «есть тот великий раздел в мире живых существ».

Если классификация Воуза чему-то нас учит, так это тому, что живой мир многообразен и большая часть этого многообразия принадлежит малым, одноклеточным и неведомым существам. Для людей естественно рассматривать эволюцию как длинную, никогда не прекращающуюся цепь усовершенствований, направленную в сторону крупных и сложных форм, — словом, в нашу с вами сторону. Мы себе льстим. Подлинное многообразие эволюции заключено в мире малых масштабов. Мы, крупные существа, всего лишь счастливая случайность, интересная побочная ветвь. Из тех 23 главных подразделений живого мира только 3 — растения, животные и грибы — достаточно велики, чтобы разглядеть их невооруженным глазом, и даже они включают виды микроскопических размеров. В самом деле, согласно Воузу если суммировать всю биомассу планеты — все живое, включая растения, микробы, составят по крайней мере 80 %, а то и больше. Мир принадлежит очень малым — и очень давно.

Тогда зачем, рано или поздно непременно спросите вы, микробам так часто хочется причинить нам вред? Какое удовольствие микробу от того, что у вас лихорадка, или озноб, или вы обезображены язвами, более того, умерли? Ведь в конечном счете мертвый хозяин вряд ли будет долго проявлять гостеприимство.

Во-первых, не следует забывать, что большинство микроорганизмов нейтральны и даже полезны для здоровья человека. Самый заразный микроорганизм на Земле — бактерия, носящая название *вольбахия*, не причиняет людям — а по существу, всем другим позвоночным — никакого вреда, но, если вы креветка, или червяк, или плодовая мушка, вы пожалеете, что появились на свет.[292] Согласно журналу *National Geographic,* в целом примерно лишь один микроб из тысячи является патогенным для людей; хотя зная проявления некоторых из них, нас можно простить за то, что мы и это считаем вполне достаточным. Даже если большинство микробов к нам милосердны, они все еще остаются убийцей № 3 в западном мире, и, хотя многие из них не убивают нас, мы все же глубоко сожалеем, что они существуют.

Заболевание хозяина дает микробам определенные преимущества. Симптомы заболевания часто помогают распространению болезни. Рвота, чиханье и понос — отличные способы покинуть одного хозяина и получить жилье и питание в другом. Самый эффективный способ из всех существующих — заручиться помощью подвижной третьей стороны. Заразные микроорганизмы очень любят комаров, потому что комариный укус доставляет их прямо в кровоток, где они могут взяться за дело еще до того, как защитные механизмы жертвы раскусят, кто нанес удар. Вот почему так много опасных заболеваний — малярия, желтая лихорадка, лихорадка денге, энцефалит и около сотни других не столь известных, но подчас свирепых болезней — начинаются с комариного укуса. По счастливой для нас случайности вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), болезнетворное начало СПИДа, не фигурирует среди них, по крайней мере пока — вирусные частицы, которые высасывает комар во время своих странствий, разрушаются в ходе его собственного обмена веществ. Настоящая беда придет, если в результате мутации вирус найдет способ обойти это препятствие.[293]

Однако было бы ошибкой подходить к этому вопросу, излишне полагаясь на логику, потому что микроорганизмы явно не принадлежат к расчетливым существам. Им безразлично, что они делают с вами, так же как и вас не волнует, какие бедствия несете им вы, миллионами истребляя их мылом или дезодорантами. Ваше здоровье важно для патогенных микробов лишь в одном случае: когда они, перестаравшись, убивают вас насмерть. Если они уничтожат вас до того, как переселятся, то вполне могут умереть сами. История, отмечает Джаред Даймонд,[294] изобилует примерами болезней, которые «когда-то вызывали ужасающие эпидемии, а потом исчезали также непостижимо, как появлялись». Он приводит пример тяжелой, но, к счастью,

скоротечной английской потовой лихорадки, свирепствовавшей с 1485 по 1552 год, убившей, прежде чем сгореть самой, десятки тысяч людей.[295] Излишнее рвение не идет на благо заразному микроорганизму.

Заболевание в значительной мере возникает не из-за того, что сделал с вами микроорганизм, а из-за того, что пытается сделать с ним ваш организм. Стремясь избавиться от патогенов, иммунная система иногда уничтожает клетки или повреждает важные ткани, так что часто, когда вы плохо себя чувствуете, это реакция не на патогены, а на вашу собственную иммунную систему. Во всяком случае, плохое самочувствие — это вполне разумная реакция на инфекцию. Заболевшие ложатся в постель, тем самым представляя меньше опасности для более широкого круга людей.

Из-за того, что существует так много вещей, потенциально способных причинить вам вред, ваш организм содержит множество разновидностей защитных белых кровяных телец — всего где-то около десяти миллионов типов. Каждый из них предназначен для распознавания и уничтожения конкретного вида посягателей на ваше здоровье. Было бы недопустимым расточительством содержать десять миллионов отдельных постоянных армий, так что каждая разновидность белых кровяных телец держит в боевой готовности только несколько разведчиков. Когда в организм вторгается болезнетворный агент — называемый антигеном, — соответствующие разведчики распознают напавшего и обращаются за подкреплениями нужного вида. Пока ваш организм создает эти силы, вы, скорее всего, чувствуете себя отвратительно. Выздоровление начинается, когда войска наконец вступают в бой.

Белые кровяные тельца безжалостны и будут преследовать и уничтожать патогены всех до последнего. Чтобы избежать полного истребления, нападающие выработали два основных приема. Они либо наносят быстрый удар и переходят к новому хозяину, как при обычных инфекционных заболеваниях, вроде гриппа, либо маскируются, так что белым тельцам не удается их выследить, как в случае с ВИЧ, вирусом-возбудителем СПИДа, который может много лет, не причиняя вреда, таиться в ядре клетки, прежде чем начнет действовать.

Одна из странностей инфекционных заболеваний состоит в том, что микробы, обычно абсолютно безобидные, порой могут попасть не в те части тела и, по выражению доктора Брайена Марша, инфекциониста медицинского центра Дартмут-Хичкок в городе Ливан, штат Нью-Гемпшир, «словно сходят с ума». «Это постоянно случается во время автомобильных катастроф, когда у пострадавших бывают повреждены внутренние органы. Микробы, обычно неопасные во внутренних органах, попадают в другие части тела, например в кровеносный сосуд, и производят ужасные опустошения».

В настоящее время самой страшной, самой трудно контролируемой болезнью, вызываемой бактериями, является заболевание под названием некротизирующий фасциит, при котором бактерии, по существу, съедают жертву изнутри наружу, пожирая внутренние ткани и оставляя за собой ядовитую мякоть. Заболевшие часто приходят с незначительными жалобами — как правило, на сыпь и жар, — но затем наступает резкое ухудшение. При вскрытии часто обнаруживается, что они просто съедены. Единственным способом лечения служит «радикальное хирургическое иссечение» — удаление всей пораженной области. Семьдесят процентов жертв погибают; многие из выживших остаются страшно обезображенными. Носителями инфекции является семейство бактерий, называемых стрептококками группы А, которые обычно вызывают не более чем острый фарингит. Очень редко некоторые из них по неизвестным причинам проникают сквозь слизистую гортани и попадают в собственно ткани, где учиняют настоящее опустошение. Они совершенно не поддаются антибиотикам. В Соединенных Штатах имеет место до тысячи таких случаев в год, и никто не может сказать, что положение не станет хуже.

Точно так же бывает с менингитом. По крайней мере 10 % молодежи и, возможно, 30 % подростков являются носителями смертоносной менингококковой бациллы, но она довольно безобидно обитает в гортани. Только изредка — у одного юноши или девушки из 100 тысяч — она попадает в кровеносные сосуды и вызывает по-настоящему серьезное заболевание. В худших случаях смерть может наступить через 12 часов. Это ужасающе быстро. «Может случиться, что за завтраком человек абсолютно здоров, а к вечеру уже мертв», — говорит Марш.

Мы бы много успешнее боролись с бактериями, если бы не так расточительно пользовались лучшим средством борьбы с ними — антибиотиками. Как ни удивительно, но, по одной из оценок, около 70 % антибиотиков в развитых странах скармливается сельскохозяйственным животным, обычно с кормом, просто для ускорения роста или в профилактических целях. Такое применение предоставляет бактериям блестящую возможность развивать сопротивляемость к лекарствам. И они с радостью ухватились за эту возможность.

В 1952 году пенициллин был настолько эффективен против всех штаммов стафилококковых бактерий, что в начале 1960-х годов руководитель ведомства здравоохранения США Уильям Стюарт уверенно заявил: «Пришло время закрыть книгу инфекционных заболеваний. Мы в Соединенных Штатах в основном ликвидировали инфекции». Однако даже в то время, когда он это говорил, около 90 % тех самых бактерий, о которых шла речь, уже находились в процессе выработки устойчивости к пенициллину. Скоро один из новых штаммов, названный *Staphylococcus aureus,* стойкий к метициллину, стали обнаруживать в больницах. Эффективным против него оставался единственный антибиотик — ваномицин, но в 1997 году одна из больниц в Токио сообщила о появлении штамма, который не поддавался даже ему. За несколько месяцев он распространился еще на шесть японских больниц. Микробы повсюду начали снова выигрывать войну: только в американских больницах от полученных там инфекций ежегодно погибает около четырнадцати тысяч человек. На страницах журнала «Нью-Йоркер» Джеймс Суровицки[296] как-то отметил, что, имея выбор между разработкой антибиотиков, которые будут приниматься ежедневно в течение двух недель, и антидепрессантами, которые будут приниматься ежедневно всю жизнь, фармацевтические компании, естественно, выбирают последнее. Хотя кое-какие антибиотики стали чуть сильнее, фармацевтическая промышленность с 1970-х годов не дала нам никаких принципиально новых антибиотиков.

Наша беспечность еще более вызывает тревогу после того, как было открыто, что многие другие болезни могут иметь бактериальное происхождение. Такие открытия начались в 1983 году, когда врач Барри Маршалл из Перта, штат Западная Австралия, обнаружил, что многие случаи рака желудка и большинство язв желудка вызываются бактерией *Helicobacter pylori.* И, хотя его открытие было легко проверить, такая точка зрения была настолько неожиданной, что прежде чем она получила общее признание, прошло больше десяти лет. Американский национальный институт здравоохранения, к примеру, официально не одобрял эту идею до 1994 года. «Сотни, а то и тысячи, должно быть, умерли от язвы, чего могло бы не быть», — говорил в 1999 году Маршалл репортеру журнала «Форбс».[297]

Проведенные с тех пор дальнейшие исследования показали, что микробный компонент присутствует или вполне может играть роль при множестве других заболеваний — при болезнях сердца, астме, артрите, рассеянном склерозе, нескольких видах психических расстройств, многих видах рака и даже, как пишут (в журнале *Science),* при ожирении. Возможно, недалек тот день, когда нам позарез понадобится эффективный антибиотик, а его не окажется.

Возможно, некоторым утешением станет тот факт, что и сами бактерии могут заболеть. Они иногда заражаются бактериофагами (или просто фагами), разновидностью вирусов. Вирус — это необычный и неприятный организм, по незабываемому выражению нобелевского лауреата Питера Медавара, «частица нуклеиновой кислоты, завернутая в плохие новости».

Вирусы меньше и примитивнее бактерий и сами по себе не являются живыми. Будучи изолированными, они инертны и безобидны. Но введите их в подходящего хозяина, и они бурно принимаются за дело — начинают жить. Известно около 5000 видов вирусов и многие сотни вызываемых ими болезней — от гриппа и обычной простуды до самых неприятных: оспы, бешенства, желтой лихорадки, эболы, полиомиелита и СПИДа.

Вирусы процветают, захватывая управление живыми клетками и используя их для создания новых вирусов. Они в бешеном темпе размножаются, а затем вырываются наружу в поисках новых клеток для вторжения. Не будучи сами живыми организмами, они могут позволить себе быть крайне примитивными. Многие из них, включая ВИЧ, имеют десяток генов, а то и меньше, тогда как простейшей бактерии требуется несколько тысяч. Кроме того, они очень малы, настолько малы, что их невозможно увидеть в обычный микроскоп. Лишь в 1943 году благодаря электронному микроскопу ученые впервые взглянули на них. Но ущерб причинить они могут громадный. Только в XX столетии оспа унесла жизни около 300 млн человек.

Они также обладают пугающей способностью врываться в мир в новом неожиданном виде, а затем исчезать так же внезапно, как появились. В 1916 году в одном таком случае жители Европы и Америки стали подвергаться странной сонной болезни, получившей известность как летаргический энцефалит. Жертвы засыпали и не просыпались. Их можно было без особого труда разбудить, чтобы поесть и сходить в туалет, они разумно отвечали на вопросы — понимали, кто они и где находятся, хотя постоянно оставались апатичными. Однако, как только их оставляли в покое, они сразу погружались в глубокий сон и находились в таком состоянии, пока их не трогали. Некоторые, прежде чем умереть, пребывали в этом состоянии месяцами. Лишь очень немногие выжили и восстановили сознание, но не прежнюю бодрость. Они находились в состоянии глубокой апатии, «подобно потухшим вулканам», по словам одного из врачей. За десять лет болезнь унесла около 5 млн человек, а затем тихо ушла. Она не привлекла продолжительного внимания, потому что тем временем по миру прокатилась еще более страшная эпидемия — фактически самая страшная в истории.

Иногда ее называют эпидемией «испанки», и она была ужасной. В Первую мировую войну за четыре года погиб 21 млн человек; испанка унесла столько же за первые четыре месяца. Почти 80 % американских потерь в I мировую войну были результатом не огня противника, а инфлюэнцы. В некоторых подразделениях уровень смертности достигал 80 %.

Испанка возникла весной 1918 года как обычный, не смертельный грипп, но каким-то образом в последующие месяцы — никто не знает, как и где, — мутировала в нечто более серьезное. У пятой части жертв были лишь легкие симптомы, но остальные болели тяжело, и многие умерли. Некоторые погибали за считанные часы; другие держались несколько дней.

В Соединенных Штатах первые летальные исходы были отмечены среди моряков в Бостоне в конце августа 1918 года, но эпидемия быстро распространилась на все районы страны. Закрылись школы, развлекательные заведения, люди везде носили маски. Но это слабо помогало. С осени 1918 года и до весны следующего в Америке от гриппа умерли 548 452 человека, в Англии — 220 тысяч, сопоставимые потери наблюдались во Франции и Германии. Никто не знает мировых потерь, поскольку сведения о ситуации в третьем мире были зачастую очень скудными. Число погибших наверняка было не менее 20 млн, но более вероятно, что оно достигало 50 млн. А по некоторым оценкам, общие потери в мире были на уровне 100 млн человек.

Пытаясь получить вакцину, медицинские власти проводили эксперименты над добровольцами в военной тюрьме на Оленьем острове в Бостонском заливе. Заключенным обещали помилование, если те выживут после серии испытаний. Испытания были суровыми, если не сказать больше. Сначала подопытным делали инъекцию вытяжки из зараженной

легочной ткани умершего, затем опрыскивали зараженными аэрозолями глаза, нос и рот. Если они еще не поддавались, то им смазывали гортань выделениями, взятыми непосредственно у больных и умирающих. Когда ничто не действовало, их сажали с открытым ртом радом с приподнятым на подушках тяжелым больным, заставляя его кашлять в лицо испытуемому.

Из 300 — поразительно число — добровольцев врачи выбрали для испытаний 62 человека. Никто не заразился гриппом — ни один. Единственным заболевшим оказался палатный врач, который скоро умер. Возможное объяснение состоит в том, что эпидемия задела эту тюрьму несколькими неделями раньше, и добровольцы, которые все перенесли этот визит, приобрели естественный иммунитет.

Многое относительно эпидемии гриппа 1918 года не вполне ясно или вовсе непонятно. Одна из тайн — каким образом она разразилась внезапно, повсюду, в местах, разделенных океанами, горными хребтами и другими естественными препятствиями. Вне организма хозяина вирус живет не более нескольких часов. Как же он смог появиться в Мадриде, Бомбее и Филадельфии в одну и ту же неделю?

Возможно, ответ заключается в том, что он инкубировался и разносился людьми, у которых были лишь незначительные симптомы или их совсем не было. Даже при обычных вспышках гриппа около 10 % людей в любом коллективе переносят заболевание, не подозревая об этом, потому что не ощущают никаких симптомов. А поскольку они продолжают вращаться среди других, то служат весьма активными распространителями инфекции.

Этим можно объяснить широкое распространение эпидемии, но не то, как ей удалось затаиться на несколько месяцев, прежде чем разразиться повсюду так бурно и почти одновременно. Еще более загадочно то, что самой опустошительной она оказалась среди людей в расцвете лет. Грипп обычно тяжелее всего переносят малолетние дети и пожилые люди, но в 1918 году смертность от эпидемии значительно преобладала среди двадцати-, тридцатилетних. Пожилые люди, возможно, приобрели сопротивляемость благодаря предыдущим заражениям тем же штаммом, но тогда почему болезнь пощадила самых юных? И все же самая большая загадка — почему грипп 1918 года имел такую чудовищную летальность, какой не наблюдалось во время предыдущих эпидемий? До сих пор мы не имеем об этом никакого представления.

Время от времени отдельные штаммы вируса возвращаются. Неприятный «русский вирус», известный как H1N1, вызвал серьезные вспышки заболевания в 1933 году затем в 1950-х годах и снова в 1970-х. Где он находился в промежутках, неясно. Одно из предположений сводится к тому, что вирусы скрываются незамеченными в популяциях диких животных, прежде чем испытать свою силу на новых поколениях людей. Никто не может исключить возможность того, что когда-нибудь «испанка» снова поднимет голову.[298]

А если не она, то могут появиться другие. Новые ужасные вирусы возникают постоянно. Лихорадки эбола, ласская и марбургская — все они вспыхивали и угасали, но никто не может сказать, что они не мутируют тихо где-то вдали и не выжидают новую удобную возможность снова разразиться катастрофой. Теперь очевидно, что и СПИД бытовал среди нас дольше, чем кто-либо первоначально предполагал. Исследователи в Манчестерской королевской лечебнице обнаружили, что у матроса, умершего от загадочного неизлечимого заболевания в 1959 году, был СПИД. Однако по неизвестным причинам болезнь практически не проявляла себя еще 20 лет.

Каким-то чудом не свирепствуют пока другие подобные болезни. Ласская лихорадка, впервые обнаруженная в Западной Африке лишь в 1969 году, крайне заразна и плохо изучена. В 1969 году врач, изучавший ласскую лихорадку в лаборатории Йельского университета в Нью-Хейвене, штат Коннектикут, заболел ею. Он выжил, но, что еще тревожнее, не имевший с ним прямых контактов технический сотрудник одной из соседних лабораторий также заразился и умер.

К счастью, вспышка болезни на этом остановилась, но мы не можем постоянно рассчитывать на такое везение. Наш образ жизни способствует эпидемиям. Путешествия по воздуху позволяют с поразительной легкостью разносить инфекционных возбудителей по планете. Вирус эболы может начать день, скажем, в Бенине, а закончить его в Нью-Йорке, или в Гамбурге, или в Найроби, или во всех трех городах сразу. Это означает, что органам здравоохранения необходимо быть в курсе практически всех существующих в других местах заболеваний, однако ничего подобного пока, конечно, нет. В 1990 году проживавший в Чикаго нигериец во время поездки на родину заразился ласской лихорадкой, но симптомы не проявлялись до его возвращения в Соединенные Штаты. Он скончался в Чикагской больнице без диагноза, никто не принял особых мер предосторожности при его лечении и не догадывался, что это одна из самых смертельных и заразных болезней на планете. Чудом больше никто не заболел. В следующий раз может так не повезти.

И на этой отрезвляющей ноте нам пора вернуться к миру видимых глазу живых существ.

21
ЖИЗНЬ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Стать ископаемым нелегко. Участь почти всех живых организмов — более 99,9 % из них — превратиться в компост и исчезнуть. Когда искра вашей жизни погаснет, каждая ваша молекула будет либо съедена, либо смыта, чтобы войти в состав какой-нибудь другой системы. Так уж оно устроено. Даже если вы попадете в малую толику организмов, в те менее 0,1 %, которые не будут переварены, шансы стать окаменелостью все равно очень малы.

Для этого вам надо удовлетворять целому ряду условий. Во-первых, следует закончить жизнь в нужном месте — ископаемые останки сохраняются лишь в 15 % горных пород, так что бесполезно откидывать копыта на площадке из твердого гранита. В интересах дела усопший должен быть похоронен в осадочной породе, где он может оставить отпечаток, подобно древесному листу на жидкой грязи, или разложиться без доступа кислорода, давая возможность растворенным минералам заместить молекулы костей и твердых (и очень редко мягких) тканей для создания окаменелой копии оригинала. Далее, если осадочные породы, в которых находятся окаменелости, небрежно сдавливаются, сминаются или расталкиваются в процессе формирования земной коры, ископаемое должно тем или иным образом ухитриться сохранить узнаваемые очертания. Наконец, и это самое важное, будучи скрытым от глаз на десятки, а то и сотни миллионов лет, оно, наконец, должно быть найдено и признано чем-то заслуживающим сохранения.

Считается, что лишь примерно одна кость из миллиарда превращается в окаменелость. Если это так, то значит, что от живущих ныне американцев — это 270 млн человек, с 206 костями каждый, — останется только около 50 костей, четверть полного скелета. Это, конечно, не значит, что какую-нибудь из этих костей вообще найдут. Принимая во внимание то, что они могут быть похоронены где угодно на площади более 9,3 млн км^2 и сколь мало из этого когда-либо будет перекопано и тем более изучено, было бы чудом, если бы там хоть что-нибудь нашли. Ископаемые останки во всех отношениях являются исчезающе редкими. Большинство тех, кто когда-то обитал на Земле, не оставили никаких следов. Полагают, что менее одного вида из 10 тысяч внесли свою запись в летописи окаменелостей. Это уже само по себе потрясающе мало. Правда, если принять распространенную оценку, что Земля за свою бытность породила 30 млрд видов живых созданий, и утверждение Ричарда Лики и Роджера Левина[299] (в книге «Шестое вымирание»), что среди ископаемых насчитывается 250 тысяч видов существ, соотношение составит всего один на 120 тысяч.[300] В любом случае то, чем мы располагаем, — это всего лишь ничтожная часть оставшихся нам образцов живых созданий, которые обитали на нашей планете.

Более того, имеющиеся у нас данные безнадежно неравномерны. Большинство обитавших на суше животных, разумеется, погибали не в осадочных породах. Они падали в открытых местах, и их съедали или оставляли гнить под небом до полного исчезновения. В результате данные об ископаемых чуть ли не до нелепости отклоняются в сторону морских существ. Примерно 95 % всех находящихся в нашем распоряжении ископаемых остатков относятся к животным, которые когда-то обитали под водой, главным образом на морских мелководьях.

Я упоминаю обо всем этом для того, чтобы объяснить, почему пасмурным февральским днем отправился в Лондоне в Музей естественной истории на встречу с веселым, чуть небрежно одетым и очень располагающим к себе палеонтологом Ричардом Форти.

Форти знает страшно много о страшно многом. Он автор блестящей ироничной книги, озаглавленной «Жизнь: несанкционированная биография», охватывающей всю панораму

развития живого мира. Но его первой любовью были трилобиты — вид морских существ, которые когда-то кишели в морях ордовикского периода, но не дожили до нашего времени, разве что только в виде окаменелостей. Все трилобиты имели одинаковое основное строение: они состояли из трех частей или долей: головы, хвоста, торакса, иначе грудной клетки, — отсюда и название. Форти нашел своего первого трилобита, когда мальчишкой карабкался по скалам у залива Сент-Дэвид в Уэльсе. И они захватили его на всю жизнь.

Он провел меня в галерею, уставленную металлическими шкафами. Все шкафы были заполнены неглубокими выдвижными ящиками, а ящики полны окаменевшими трилобитами — в общей сложности 20 тысяч образцов.

«Кажется, что много, — согласился Форти. — Но если помнить, что миллионы и миллионы трилобитов жили в древних морях миллионы и миллионы лет, то 20 тысяч не так уж много. И большинство из них лишь неполные образцы. Найти целого окаменевшего трилобита все еще большая удача для палеонтолога».

Трилобиты впервые появились — полностью сформировавшимися, словно из ниоткуда, — около 540 млн лет назад, вблизи начала огромного всплеска сложных форм жизни, который в популярной литературе называют кембрийским взрывом. А затем, спустя примерно 300 млн лет, они исчезли вместе со многими другими организмами во время величайшего и до сих пор загадочного пермского вымирания. Как и в отношении всех исчезнувших созданий, существует соблазн считать их неудачниками, но фактически они относятся к самым успешным животным из когда-либо обитавших на Земле. Они царствовали 300 млн лет — в 2 раза дольше динозавров, которые сами пережили очень многих в истории. Люди, подчеркивает Форти, пока что прожили полпроцента этого срока.

Имея в своем распоряжении столько времени, трилобиты достигли поразительного разнообразия. По большей части они оставались небольшими, величиной с нынешних жуков, но некоторые достигали размеров тарелки. Вместе они составляли по меньшей мере пять тысяч родов и шестьдесят тысяч видов — хотя все время обнаруживаются новые. Форти недавно был на конференции в Южной Америке. Там к нему обратилась сотрудница одного небольшого провинциального аргентинского университета. «У нее была коробка, полная интереснейших вещей — трилобитов, которые никогда не встречались в Южной Америке, да и где бы то ни было еще, и многого другого, но не было условий для их изучения и средств для сбора других образцов. Огромные области мира все еще остаются неисследованными». — «В смысле трилобитов?» — «Нет, во всех смыслах».

На протяжении всего XIX века трилобиты были чуть ли не единственной известной формой ранних сложных живых существ, и по этой причине их усердно собирали и изучали. Большой загадкой было их внезапное появление. Даже теперь, говорил Форти, когда проходишь сквозь породу эру за эрой, не обнаруживая никаких видимых признаков живых существ, может произойти поразительная вещь — «в ваши нетерпеливо ждущие находок руки вдруг вывалится целый *Profallotaspis* или *Elenellus* размером с краба». Это были создания, имевшие конечности, жабры, нервную систему, щупающие усики, «что-то вроде мозга», по словам Форти, и самые необычные в мире глаза. Они состояли из палочек кальцита, того же вещества, что образует известняк, и были самым древним зрительным органом. Более того, древнейшие трилобиты составляли не какой-нибудь один отважный вид, они насчитывали десятки видов и обитали не в одном-двух местах, а повсюду. Многие люди, размышлявшие над этим явлением в девятнадцатом веке, видели в нем доказательство Божьего творения и опровержение эволюционных идей Дарвина. Если эволюция протекает медленно, говорили они, тогда как он объяснит внезапное появление сложных, полностью сформировавшихся существ? Говоря по правде, он не мог этого сделать.

И так бы оно всегда и оставалось, если бы однажды в 1909 году, за 3 месяца до 50-летия выхода в свет Дарвинова «Происхождения видов», палеонтолог Чарлз Дулиттл Уолкотт не сделал в канадских Скалистых горах выдающегося открытия.

Уолкотт родился в 1850 году в Ютике, штат Нью-Йорк, в семье со скромным достатком, который стал еще более скромным после внезапной смерти отца, когда Чарлз был еще ребенком. В детстве Уолкотт обнаружил способность находить ископаемые окаменелости, особенно трилобитов, и собрал приличную коллекцию, которую купил Луис Агассиз для своего музея в Гарварде за кругленькую сумму — около 45 тысяч долларов в деньгах того времени. Хотя Уолкотт всего лишь закончил среднюю школу, а в естественных науках был самоучкой, он стал крупным специалистом по трилобитам и первым установил, что они относятся к членистоногим, типу, включающему современных насекомых и ракообразных.

В 1879 году Уолкотт поступил полевым изыскателем в только что созданную Геологическую службу Соединенных Штатов и после пятнадцати лет безупречной работы возглавил ее. В 1907 году он был назначен секретарем Смитсоновского института, и на этом посту оставался до своей кончины в 1927 году. Несмотря на административные обязанности, он продолжал выезжать в поле и очень много писал. «Его книги занимают в библиотеке целую полку», — отмечает Форти. Не случайно он также был одним из директоров-основателей Национального консультативного комитета по аэронавтике, который со временем стал Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства — НАСА и тем самым справедливо может считаться дедушкой космического века.

Но за что его помнят и ныне, так это за многообещающую, хотя и случайную находку поздним летом 1909 года в Британской Колумбии, высоко в горах над городком Филд. Традиционная версия состоит в том, что Уолкотт с женой ехали по горной тропе, когда конь жены заскользил на рассыпанных камнях. Спешившись, чтобы помочь, Уолкотт обнаружил, что конь выворотил кусок глинистого сланца, содержавший окаменелости ракообразных, очень древние и необычного вида. Шел снег — в канадских Скалистых горах зима приходит рано, — так что они не стали задерживаться, но на следующий год Уолкотт при первой же возможности вернулся на это место. Проследив предполагаемый путь оползня, он вскарабкался на 250 метров ближе к вершине. Там, на высоте 2,5 тысячи метров над уровнем моря, он нашел обнажение сланца размером с городской квартал, содержавшее непревзойденный по разнообразию выбор окаменелостей, относившихся к периоду бурного расцвета сложных форм жизни — знаменитому кембрийскому взрыву. Уолкотт, по существу, нашел Святой Грааль палеонтологии. Обнажение стало известно как Берджесские сланцы, по имени горного хребта, на котором оно было обнаружено, и долгое время служило «единственной панорамой начала современной жизни во всей ее полноте», — так писал в своей популярной книге «Удивительная жизнь» покойный Стивен Джей Гоулд.

Всегда дотошный Гоулд, прочитав дневники Уолкотта, обнаружил, что история открытия Берджесских сланцев, похоже, несколько приукрашена — Уолкотт нигде не упоминает ни о поскользнувшейся лошади, ни о снегопаде, но, бесспорно, это было выдающееся открытие.

Нам, чье пребывание на Земле ограничено пролетающими, как легкий ветерок, несколькими десятилетиями, невозможно по достоинству оценить, каким далеким от нас по времени был кембрийский взрыв. Если бы было возможно полететь в прошлое со скоростью одного года в секунду, то путь до времени рождения Христа занял бы полчаса, а до появления на Земле человека чуть более трех недель. Но чтобы достичь начала кембрийского периода, потребовалось бы двадцать лет. Другими словами, это было очень давно, и мир был тогда совсем другим.

Прежде всего, 500 и более миллионов лет назад, когда формировались Берджесские сланцы,

он находился не на вершине горы, а у ее подножия. Точнее, на океанском мелководье у основания крутой скалы. Моря в то время кишели жизнью, но обычно животные не оставляли после себя следов, потому что их тела были мягкими и после гибели разлагались. Но в Берджессе обвалилась скала, и погребенные под илом и рухнувшими обломками существа оказались спрессованными, как цветочки в книге; их очертания сохранились во всех подробностях.

Во время ежегодных летних поездок с 1910 по 1925 год (к тому времени ему было 75 лет) Уолкотт откопал и доставил в Вашингтон для дальнейших исследований десятки тысяч образцов (Гоулд утверждает, что восемьдесят тысяч; обычно безупречные в отношении проверки фактов сотрудники *National Geographic* называют 60 тысяч). И по количеству образцов, и по их разнообразию коллекция не имела себе равных. У некоторых окаменелостей были панцири, но у многих не было. Некоторые существа были зрячими, другие слепыми. Разновидностей было огромное количество — 140 видов, согласно одному из подсчетов. «Берджесские сланцы охватывали такое разнообразие анатомического строения существ, какого никогда больше не встречалось и с которым не сравнятся даже все современные создания, живущие в мировом океане», — писал Гоулд.

К сожалению, согласно Гоулду Уолкотт не сумел понять значения своего открытия. «Превращая победу в поражение, — писал Гоулд в другой книге «Восемь поросят», — Уолкотт принялся всячески искажать суть своих потрясающих находок». Он поместил своих ископаемых в современные классы, превратив их в предшественников сегодняшних червей, медуз и других существ, тем самым не сумев оценить их своеобразие. «При таком толковании, — печально отмечал Гоулд, — жизнь начиналась с зародышевой незатейливости и непреклонно, предсказуемо развивалась дальше, к большему и лучшему».

В 1927 году Уолкотт умер, и о берджесских ископаемых в основном забыли. Почти полвека они оставались запертыми в ящиках Американского музея естественной истории в Вашингтоне; о них редко кто наводил справки, никто не изучал их внимательно. Затем в 1973 году посмотреть колекцию приехал аспирант Кембриджского университета Саймон Конвей Моррис и был поражен увиденным. Ископаемые были много разнообразнее и великолепнее, чем давал понять в своих трудах Уолкотт. В биологической систематике типами называют совокупности видов, у которых совпадают общие черты в строении организма. Но здесь, как убедился Конвей Моррис, ящик за ящиком были полны неповторимыми анатомическими особенностями. Было поразительно и непостижимо, почему они остались нераспознанными нашедшим их ученым.

Конвей Моррис вместе со своим руководителем Гарри Уиттингтоном и коллегой аспирантом Дереком Бриггсом несколько лет приводили в систему всю коллекцию и, делая открытие за открытием, выпускали одну за другой увлекательные монографии. Многие существа имели строение тела, не похожее ни на что встречавшееся до или после. У одного из них, *Opabinia,* было пять глаз и нечто вроде хобота с клешнями на конце. Другое, названное *Peytoia,* комически напоминало круглый ломтик ананаса. Третье, видимо ковылявшее на подобных ходулям ногах, выглядело таким страшным и нелепым, что получило название *Hallucigenia.* В коллекции было столько неожиданных новинок, что однажды Конвей Моррис, открывая очередной ящик, пробормотал ставшее знаменитым: «Твою мать, только не новый таксон!»

Анализ коллекции, выполненный группой английских ученых, показал, что кембрий был временем небывалых новаторств и экспериментирования в области строения организмов. Почти 4 млрд лет жизнь попусту теряла время, без всяких видимых порывов к усложнению, а потом вдруг за какие-то 5-10 млн лет создала все основные формы строения организмов, существующие и поныне. Назовите любое существо, от круглого червя до Кэмерон Диас, и увидите, что все они имеют строение, впервые появившееся на кембрийском празднике жизни.

Однако, что еще более удивительно, нашлось много вариантов строения тела, которым, так сказать, не выпал счастливый жребий, и их никто не унаследовал. Среди берджесских животных, по словам Гоулда, насчитывалось по крайней мере пятнадцать, а то и двадцать таких, которые не принадлежат ни к одному признанному таксону. (В некоторых популярных описаниях это число вскоре выросло до сотни — много больше того, о чем когда-либо говорили кембриджские ученые.) «История жизни, — писал Гоулд, — это история массового устранения форм, с последующей дифференциацией немногих выживших линий, а вовсе не привычная повесть о непрерывном совершенствовании, усложнении и многообразии». Выходит, эволюционный успех — это что-то вроде лотереи.

У одного вида, которому удалось проскользнуть сквозь сито эволюции, небольшого, похожего на червя существа, названного *Pikaia gracilens,* нашли зачаточный позвоночный столб, что делает его самым древним из известных предков всех более поздних позвоночных, включая нас самих. *Pikaia* отнюдь не изобиловал в берджесской коллекции ископаемых, так что одному богу известно, насколько близки они были к вымиранию. Гоулд не оставляет тени сомнения, что считает нашу наследственную линию счастливой случайностью. Он пишет: «Перемотайте пленку жизни обратно к первым дням Берджесских сланцев; проиграйте снова с той же начальной точки, и шансы становятся такими исчезающе малыми, какие только соблаговолит представить человеческий разум».

«Удивительная жизнь» Гоулда вышла в свет в 1989 году под всеобщее одобрение критиков и имела большой коммерческий успех. Что не было широко известно, так это то, что многие ученые были совершенно не согласны с выводами Гоулда и что скоро все это приобретет весьма некрасивый оборот. А само слово «взрыв» в отношении кембрия будет скорее применимо к современным страстям, чем к особенностям физиологии допотопных существ.

Как мы теперь знаем, сложные организмы в действительности существовали по крайней мере за 100 млн лет до кембрия. И мы должны были бы узнать об этом значительно раньше. Примерно через сорок лет после открытия Уолкотта в Канаде на другой стороне планеты, в Австралии, молодой геолог по имени Реджинальд Спригг открыл нечто еще более древнее и по-своему не менее удивительное.

В 1946 году Спригг, молодой помощник геолога, состоявший на государственной службе в штате Южная Австралия, был послан обследовать заброшенные шахты в Эдиакарских холмах хребта Флиндерса, в малолюдном, выжженном солнцем крае в 500 километрах от Аделаиды.

Целью было посмотреть, нет ли там старых шахт, которые можно бы с выгодой разрабатывать, применяя новую технику, так что Спригг вовсе не занимался изучением горных пород на поверхности, тем более ископаемыми организмами. Но однажды, присев закусить, Спригг машинально перевернул кусок песчаника и был — мягко выражаясь — удивлен, увидев, что вся поверхность камня усеяна хрупкими ископаемыми остатками, скорее чем-то вроде отпечатков листьев на грязи. Эти породы относились к периоду, который предшествовал кембрийскому взрыву. Спригг наблюдал первые проявления видимой глазом жизни.

Спригг послал статью в *Nature,* но ее отклонили. Тогда он зачитал ее на очередном ежегодном собрании Австрало-Новозеландской ассоциации содействия развитию науки, но не нашел поддержки у главы ассоциации, который сказал, что эдиакарские отпечатки — всего лишь «случайные следы неорганического происхождения», узоры, оставленные ветром, дождями или приливами и отливами, но только не живыми существами. Все еще не потеряв надежду, Спригг поехал в Лондон и представил свои открытия Международному геологическому конгрессу 1948 года, но и здесь не встретил интереса или понимания. В конце концов, не найдя ничего лучшего, он опубликовал результаты своих открытий в «Трудах Королевского общества Южной Австралии». Потом ушел с государственной службы и занялся поисками нефти.

9 лет спустя, в 1957 году, школьник, которого звали Роджер Мейсон, гуляя в Чарнвудском лесу в Центральной Англии, нашел камень с неизвестным ископаемым, напоминавшим морское перо и в точности походившим на один из образцов, которые обнаружил Спригг и с тех пор пытался поведать о них миру. Школьник передал его палеонтологу из Лестерского университета. Тот сразу определил его докембрийское происхождение. Юный Мейсон передал снимок своей находки в газеты и стал не по годам прославленным героем дня; он по сию пору фигурирует во множестве книг. Находку назвали в его честь *Charnia masoni.*

Сегодня некоторые первоначальные эдиакарские находки Спригга вместе со многими из других пятнадцати тысяч образцов, собранных с тех пор на хребте Флиндерса, можно увидеть в стеклянном стенде в зале на верхнем этаже внушительного и красивого Южно-Австралийского музея в Аделаиде, но они не привлекают особого внимания. Изящные узоры не слишком отчетливы, чтобы приковывать к себе взгляды неподготовленных посетителей. Большинство из них невелики, имеют форму круга с редкими извилистыми полосками. Форти описывал их как «мягкотелые диковины».

До сих пор среди ученых очень мало согласия относительно того, что представляли собой эти существа и каким образом они существовали. У них, насколько можно судить, не было рта или анального отверстия, посредством которых можно было бы поглощать пищу и удалять переваренные вещества, не было и никаких внутренних органов, которыми можно было бы эти вещества перерабатывать. «При жизни, — говорит Форти, — большинство из них, вероятно, просто лежало на поверхности песчаных отложений, подобно мягким, бесформенным неподвижным камбалам». Самые активные из них не превосходили подвижностью медуз. Все эдиакарские существа были диплобластическими, то есть состояли из двух слоев ткани. За исключением медуз все животные ныне являются триплобластическими.

Некоторые специалисты считают, что они вообще были не животными, а скорее чем-то вроде растений или грибов. Различия между растениями и животными не всегда ясны даже теперь. Современная губка проводит жизнь, прикрепившись к одному месту, у нее нет глаз, мозга или работающего сердца, и все же она животное. «В докембрии различия между растениями и животными, вероятно, были еще менее отчетливыми, — говорит Форти. — Нет такого критерия, который бы убедительно отделял одно от другого».

Нет согласия и в отношении того, что эдиакарские существа являются предками чего-либо живущего ныне (за исключением, возможно, некоторых видов медуз). Многие авторитеты видят в них неудачный эксперимент, несостоявшуюся попытку усложнения, возможно, из-за того, что инертные эдиакарские существа были сожраны или вытеснены более гибкими, приспособляемыми и сложными животными кембрийского периода.

«Среди нынешних существ нет ничего даже близко похожего на них, — пишет Форти. — Их вообще трудно расценивать как предков тех, кто последует за ними».

Складывалось впечатление, что в конечном счете они не сыграли такой уж важной роли в развитии жизни на Земле. Многие авторитеты считали, что на грани докембрия и кембрия имело место массовое вымирание и что всем эдиакарским существам (за исключением, возможно, некоторых медуз) не удалось перейти на следующую ступень развития. Другими словами, подлинное развитие сложной жизни началось с кембрийского взрыва. Во всяком случае, так представлял себе Гоулд.

Что касается ревизии ископаемых из Берджесских сланцев, то почти сразу подобные интерпретации стали ставить под сомнение, в особенности трактовку этих интерпретаций Гоулдом. «С самого начала нашлись ученые, сомневавшиеся в правильности оценки, данной Стивом Гоулдом, как бы ни восхищались они манерой ее изложения», — писал Форти в журнале «Лайф». И это еще мягко сказано.

«Если бы Стивен Гоулд мог мыслить так же ясно, как пишет!» — внес свою лепту в этот лай ученый муж из Оксфорда Ричард Докинс в первой же строке своей рецензии на «Удивительную жизнь» (в газете «Санди телеграф»). Докинс признавал, что книга «захватывающая» и «написана искусным пером», но обвинял Гоулда в «высокопарности и близких к нечестности» неправильных толкованиях фактов, представлявших дело таким образом, будто бы пересмотр берджесской коллекции ошеломил мир палеонтологов. «Точки зрения, на которую он нападает — что эволюция неумолимо движется к такой кульминации, как человек, — не придерживаются уже полсотни лет», — кипел Докинс.

Между тем именно так были склонны описывать ситуацию многие журналисты-обозреватели. Один из них, публикуясь в «Нью-Йорк таймс бук ревью», балагурил о том, что после книги Гоулда ученые «отбрасывают некоторые предрассудки, которые они не проверяли много поколений. Нехотя или с восторгом, но они признают, что человек в той же мере является случайным порождением природы, как и результатом последовательного развития».

Но настоящий накал направленных против Гоулда страстей возник из убеждения, что многие его выводы были просто ошибочными или же безответственно раздуты. Докинс в журнале *Evolution* атаковал утверждение Гоулда о том, что «эволюция в кембрийский период была процессом *иного рода,* чем ныне», и с раздражением отмечал неоднократные упоминания Гоулда, что «кембрий был периодом эволюционного „эксперимента“, эволюционных „проб и ошибок“, эволюционных „фальстартов“… Это было плодородное время, когда возникли все великие "основные формы строения организма". В наше время эволюция просто подправляет старые формы. Тогда, в кембрии, возникли новые таксоны и новые классы. В наши дни мы получаем лишь новые виды!»

Отмечая, как часто повторяют эту мысль — о том, что нет новых форм строения организма, — Докинс пишет: «Получается вроде того, что садовник, взглянув на дуб, озадаченно замечает: „Не странно ли, что вот уже много лет на этом дереве не появляется новых крупных сучьев? Теперь весь новый прирост состоит из тонких веточек“».

«Удивительное было время, — говорит теперь Форти, — особенно когда вспоминаешь, что все вертелось вокруг того, что происходило 500 млн лет назад, но страсти действительно разбушевались. В одной из книг я в шутку заметил, что, прежде чем взяться за кембрийский период, мне хочется надеть защитную каску, но в самой шутке была известная доля истины».

Но самой странной была реакция одного из героев «Удивительной жизни», Саймона Конвея Морриса, который поразил многих палеонтологов, обрушившись на Гоулда в собственной книге «Тигель творения». «Я никогда не встречал такой озлобленности в книге интеллигентного человека, — писал позднее Форти. — Случайный читатель «Тигля творения», не знакомый с предысторией, ни за что не догадается, что когда-то взгляды автора приближались к взглядам Гоулда (если вообще не совпадали с ними)».

Когда я спросил об этом Форти, тот ответил: «Что тут сказать, все это выглядело довольно странно, даже гадко, потому что Гоулд очень лестно отзывался о нем. Могу лишь предположить, что Саймон смутился. Знаете, наука меняется, а книги остаются, и я полагаю, что он сожалел, что так непоправимо связан со взглядами, которые теперь он не во всем разделял. Там было упоминание о той истории с «Твою мать, только не новый таксон!», и я предполагаю, он сожалел, что приобрел из-за нее такую славу. Читая книгу Саймона, никогда не подумаешь, что его взгляды когда-то были почти идентичны взглядам Гоулда».

Все дело было в том, что начался период критической переоценки ископаемых раннего кембрия. Форти и Дерек Бриггс, еще один из главных героев книги Гоулда, применили для сравнения различных берджесских ископаемых метод, известный как кладистика. Несколько упрощенно, кладистика — это систематизация организмов по общим характерным чертам.

Форти в качестве примера приводит идею сравнить землеройку со слоном. Если принять во внимание удивительный хобот и большие размеры слона, можно сделать вывод, что у него мало общего с крошечной землеройкой. Но если бы вы сравнили их обоих с ящерицей, то увидели бы, что слон и землеройка имеют очень много общего в строении тела. По сути, Форти имеет в виду, что там, где Гоулд видел слонов и землероек, они с Бриггсом видели млекопитающих. По их мнению, берджесские существа не столь уж необычны и разнообразны, как это кажется на первый взгляд. «Они подчас не удивительнее трилобитов, — говорил мне Форти. — Просто почти за сто лет мы привыкли к трилобитам. Хорошее знакомство, знаете ли, порождает немного пренебрежительное отношение».

Следует заметить, что все это не было результатом небрежности или невнимательности. Объяснение форм и родства древних животных часто на основании деформированных и фрагментарных находок — дело весьма мудреное. Эдвард О. Вильсон отметил, что если отобрать отдельные виды современных насекомых и представить их как ископаемых вроде берджесских, никто ни за что не догадается, что все они принадлежат к одному таксону, настолько различно их строение. Важную роль в пересмотре также сыграло открытие еще двух мест с раннекембрийскими окаменелостями — в Гренландии и в Китае, а также несколько разрозненных находок, которые вместе ввели в оборот много новых и порой даже лучших образцов.

В результате выяснилось, что берджесские ископаемые, в конце концов, не так уж сильно разнятся. Оказалось, что *Hallucigenia* была реконструирована вверх ногами. Ее похожие на ходули ноги фактически были шипами и располагались вдоль спины. Обнаружилось, что *Peytoia,* похожее на ломтик ананаса странное существо, было не отдельным организмом, а лишь частью более крупного животного, названного *Anomalocaris*. Многие берджесские образцы теперь отнесены к существующим таксонам — тем самым, куда их с самого начала поместил Уолкотт. Считается, что *Anomalocaris* и некоторые другие родственны *Onychophora,* группе гусеницеподобных животных. Другие были переклассифицированы как предшественники современных кольчатых червей. Фактически, говорит Форти, «имеется сравнительно немного кембрийских моделей, которые были бы совершенно оригинальными. Чаще они оказываются просто интересными разновидностями уже хорошо известных форм». «Нет ничего более странного, чем нынешний усоногий рак, и более фантастического, чем матка у термитов», — писал он в «Лайф».

Так что в конечном счете образцы из Берджесских сланцев были не такими уж впечатляющими. Но от этого, как писал Форти, «они не сделались менее интересными или необычными, просто стали более объяснимыми». Причудливое строение их тел было своего рода буйством юности — эволюционный эквивалент шипов в волосах или пирсинга в языке. В конце концов с возрастом их формы обрели более уравновешенный, устойчивый характер.

Но все еще оставался вечный вопрос: откуда взялись все эти животные, как они вдруг появились из ниоткуда? Увы, оказывается, кембрийский взрыв мог вовсе и не быть таким уж бурным. Животные кембрийского периода, как теперь считают, вероятно, существовали долгое время, но просто были слишком малы, чтобы их разглядеть. Снова ключ к разгадке дали трилобиты — особенно в отношении того казавшегося окруженным таинственностью более или менее одновременного появления различных типов трилобитов на далеко разбросанных по всему земному шару местонахождениях.

На первый взгляд кажется, что внезапное появление множества полностью сформировавшихся, но разнообразных существ по всему миру добавляет загадочности кембрийскому взрыву, но на самом деле все как раз наоборот. Одно дело, если хорошо сформировавшееся существо вроде трилобита появляется обособленно — это действительно

нечто удивительное, — но одновременное появление множества их, весьма различных, но родственных друг другу, в таких отдаленных захоронениях окаменел остей, как Китай и Нью-Йорк, явно наводит на мысль, что нами упущена значительная часть их истории. Не могло быть более убедительного свидетельства того, что у них был общий предок — какой-нибудь дедовский вид, положивший начало линии в весьма отдаленном прошлом.

А причина того, как теперь считают, что мы не нашли более ранние виды, состоит в том, что они были слишком малы, чтобы сохраниться. Форти говорит: «Нет необходимости быть большим, чтобы представлять собой прекрасно функционирующий сложный организм. Сегодня море кишит крошечными членистоногими, у которых не найдено ископаемых предшественников». Он приводит пример мелких веслоногих, которых в современных морях насчитываются триллионы, и они собираются на мелководьях в таких количествах, что большие участки океана приобретают черный цвет. И тем не менее, все, что нам известно об их происхождении, так это единственный образчик, найденный в теле древней ископаемой рыбы.

«Кембрийский взрыв, если это подходящее слово, скорее является увеличением размеров, нежели внезапным появлением новых строений организма, — говорит Форти. — И оно происходило довольно быстро, так что в этом смысле, я полагаю, это был взрыв». Имеется в виду что их история в чем-то подобна истории млекопитающих, которые сотни миллионов лет ждали своего часа, пока не освободили место динозавры, а затем, по-видимому, быстро вырвались вперед и в изобилии расплодились по всей планете. Возможно, и членистоногие с другими триплобластами в полумикроскопической безвестности ожидали, когда окончится время господствовавших эдиакарских организмов. Форти говорит: «Известно, что млекопитающие поразительно быстро выросли в размерах после ухода со сцены динозавров, хотя когда я говорю, что это случилось внезапно, то, разумеется, имею в виду в геологическом смысле. Мы пока еще говорим о миллионах лет».

Кстати, Реджинальд Спригг в конце концов получил запоздалое признание. В его честь был назван один из главных родов древних существ, *Spriggina,* а также несколько видов, а все вместе стало известно как эдиакарская фауна, по названию гор, где он производил поиски. Правда, к тому времени Спригг давно перестал охотиться за ископаемыми. Оставив геологию, он основал процветающую нефтяную компанию и со временем отошел от дел, поселившись у хребта Фландерса, где организовал заповедник. Умер он состоятельным человеком в 1994 году.

22
ПРОЩАНИЕ СО ВСЕМ ЭТИМ

Если подходить к жизни с человеческими мерками, а иной подход, понятно, был бы для нас затруднительным, то она представляется довольно странной штукой. Ей не терпелось начаться, но, когда начало было положено, она, казалось, не очень торопилась двигаться дальше.

Рассмотрим лишайник. Лишайники, пожалуй, одни из самых стойких организмов на Земле, которые можно увидеть невооруженным глазом. Но вместе с тем они и среди самых непритязательных. Они будут успешно расти под солнышком на кладбище, но особенно хорошо разрастаются в среде, на которую не польстился бы никакой другой организм, — на продуваемых ветром горных вершинах и на пустынных арктических пространствах, где имеется хотя бы немного каменистых пород, дождит, холодно и почти нет конкурентов. В Антарктиде, где практически ничто не растет, можно найти обширные пространства, покрытые лишайниками 400 разновидностей, которые преданно льнут к каждой исхлестанной ветрами скале.

Долгое время люди не могли понять, как это им удается. Из-за того что лишайники росли на голых скалах без очевидных признаков питания и не давали семян, многие люди — в том числе ученые — считали, что это камни, постепенно превращающиеся в растения. «Неживой камень самопроизвольно становится живым растением!» — радовался в 1819 году один из исследователей, доктор Хорншух.[301]

При более близком рассмотрении оказалось, что лишайники — существа скорее интересные, чем загадочные. По существу, это партнерство грибов и водорослей. Грибы выделяют кислоты, растворяющие поверхность камня, освобождая минералы, которые водоросли превращают в достаточное для обоих количество продуктов питания. Не очень захватывающее, но явно успешное решение. В мире насчитывается более 20 тысяч видов лишайников.

Как и большинство созданий, процветающих в суровых условиях, лишайники растут медленно. Чтобы вырасти до размеров рубашечной пуговицы, лишайнику может потребоваться более полстолетия. А те, что размером с обеденную тарелку, как пишет Дэвид Аттенборо, «возможно, насчитывают сотни, а то и тысячи лет». Трудно представить более скудное существование. «Они просто существуют, — добавляет Аттенборо, — подтверждая трогательный факт, что даже на самом примитивном уровне жизнь, очевидно, протекает просто ради самой себя».

Легко упустить из виду эту мысль — что жизнь просто есть. Как люди, мы склонны полагать, что жизнь должна иметь смысл. Мы строим планы, к чему-то стремимся, испытываем желания. Хотим без конца пользоваться всеми благами дарованного нам пьянящего существования. Но что есть жизнь для лишайника? И все же его стремление существовать, быть, ничуть не слабее нашего — можно утверждать, что даже сильнее. Если бы мне сказали, что придется десятки лет оставаться пушистым налетом на каком-нибудь камне в лесной глуши, думаю, что у меня пропала бы всякая воля к жизни. А у лишайников не пропадает. Подобно практически всем живым существам, они будут подвергаться различным невзгодам, терпеть любые обиды ради лишнего мгновения жизни. Словом, жизнь хочет быть. Но — и тут интересный момент — большей частью она не хочет, чтобы ее было много.

Пожалуй, это несколько странно, потому что у жизни была уйма времени, чтобы проявить свои амбиции. Если представить 4500 млн лет истории нашей планеты сжатыми в один

обычный земной день, то жизнь начинается очень рано — с появлением первых простейших одноклеточных организмов около 4 часов утра. Но затем она стоит на месте в течение следующих 16 часов — почти до половины девятого вечера. Только когда уже прошло пять шестых суток, у Земли появляется возможность показать Вселенной что-то большее, чем оболочку, кишащую микробами. Тогда, наконец, появляются первые морские растения, а через 20 минут медузы и загадочная эдиакарская фауна, впервые открытая Реджинальдом Спригом в Австралии. В 21:04 на сцену выплывают трилобиты и почти вслед за ними хорошо сложенные существа Берджесских сланцев. Перед самыми десятью часами на суше начинают подниматься растения. Вскоре, менее чем за 2 часа до конца дня, появляются первые сухопутные животные.

Благодаря продолжавшейся минут десять ласковой, полной благоухания погоде Земля около 22:24 покрывается огромными каменноугольными лесами, чьи остатки составляют все доступные нам запасы угля; тогда же появляются первые крылатые насекомые. Динозавры взгромождаются на сцену перед одиннадцатью часами и царят там примерно три четверти часа. За 21 минуту до полуночи они исчезают, и наступает век млекопитающих. Люди появляются за минуту и 17 секунд до полуночи. В этом масштабе вся наша писаная история продолжалась бы не более нескольких секунд, а жизнь отдельного человека всего мгновение. На протяжении этого весьма и весьма ускоренного дня материки передвигаются с места на место, опрометчиво сталкиваясь друг с другом. Вздымаются и исчезают горы, приливают и отливают океанские воды, наступают и отступают ледники. И среди всего этого примерно трижды в минуту где-нибудь на планете происходят вспышка и хлопок, свидетельствующие о столкновении с астероидом размером с мэнсонский, а то и больше. Удивительно, что в такой осыпаемой ударами и неустойчивой среде может хоть что-то выжить. На самом деле очень немногим удается протянуть здесь долго.

Пожалуй, еще более впечатляющим способом осознать всю недавность нашего присутствия в этой исторической картине, растянувшейся на 4,5 миллиарда лет, было бы как можно шире развести руки, представив, что это условно означает всю историю Земли. В этом масштабе, как пишет Джон Макфи, расстояние от кончиков пальцев одной руки до запястья другой будет докембрием. Вся сложная жизнь находится в одной кисти руки, «а человеческую историю можно было бы ликвидировать одним взмахом пилки для ногтей средней насечки».

К счастью, такого пока не случилось, но шансы достаточно велики. Мне бы не хотелось вносить нотку уныния, но факт остается фактом: жизнь на Земле обладает одним очень характерным свойством — она подвержена вымираниям. Причем регулярным. При всех стараниях создать и сохранить себя виды падают духом и погибают с поразительной регулярностью. И чем сложнее они становятся, тем, кажется, скорее вымирают. Возможно, в этом одна из причин того, что жизнь не так уж амбициозна.

Каждый раз, когда жизнь совершает нечто дерзновенное, это становится событием. Но мало найдется событий, столь чреватых важными последствиями, как выход живых существ из моря на сушу. И это событие позволяет перейти к новому этапу нашего повествования.

Суша была крайне труднодоступной средой: жаркой, сухой, заливаемой интенсивным ультрафиолетовым излучением, лишенной подъемной силы воды, позволяющей двигаться без особых усилий. Для обитания на суше живым существам требовалось претерпеть коренные изменения в анатомии. Возьмите рыбину за хвост и голову, и она прогнется посередине — позвоночник слишком слаб, чтобы ее держать. Для жизни вне воды морские существа нуждались в новом, выдерживающем тяжесть внутреннем строении — такая приспособленность не обретается за одну ночь. Кроме того, совершенно очевидно, что любому сухопутному существу пришлось бы прежде всего вырабатывать привычку получать кислород непосредственно из воздуха, а не выцеживать его из воды. Это было непростым делом. С другой стороны, налицо

была веская побудительная причина выйти из воды: там становилось опасно. Постепенное слияние материков в единый сухопутный массив, Пангею, означало, что становилось значительно меньше береговой линии, чем ранее, а отсюда меньше прибрежной среды обитания. Так что борьба за существование была ожесточенной. Кроме того, на месте действия появился новый вид хищника, всепожирающего, нарушающего нормальный ход жизни и так идеально приспособленного для нападения, что он почти не изменился за все долгие эпохи своего существования — это акула.[302] Не было другого более подходящего времени для поиска иной среды, нежели вода.

Процесс освоения суши начали растения приблизительно 450 млн лет назад, им по необходимости сопутствовали крошечные организмы, которые требовались для разложения и переработки отмирающей органики в интересах самих же растений. Крупным животным потребовалось больше времени, но примерно четыреста миллионов лет назад и они стали отваживаться выходить из воды. Наглядные иллюстрации создали у нас представление, что первыми отважными обитателями суши были по-своему предприимчивые рыбы — вроде нынешних, что могут прыгать из бочага в бочаг во время засух — или даже полностью сформировавшиеся земноводные. Фактически первыми заметными глазу подвижными жителями суши скорее всего были существа вроде нынешних мокриц. Эти маленькие букашки (вообще-то ракообразные) обычно беспорядочно разбегаются, если перевернуть камень или кусок дерева.

Для тех, кто научился дышать кислородом из воздуха, времена были хорошими. Содержание кислорода в каменноугольный и девонский периоды, когда впервые расцвела наземная жизнь, достигало 35 % (по сравнению с нынешними примерно 20 %). Это позволяло животным вырастать до необыкновенно больших размеров и необыкновенно быстро.

А каким образом, можете вы спросить, ученые могли узнать уровень содержания кислорода сотни миллионов лет назад? Ответ дает малоизвестная, но очень изобретательная отрасль науки, называемая изотопной геохимией. Древние моря каменноугольного и девонского периодов кишели мельчайшими планктонными организмами, которые прятались внутри крошечных защитных раковин. В те времена, как и теперь, планктон создавал эти раковины, извлекая кислород из атмосферы и соединяя его с другими элементами (главным образом, с углеродом) для получения таких долговечных соединений, как карбонат кальция. Это все тот же химический прием, который является составной частью долговременного углеродного цикла (и о котором мы уже говорили в связи с этим циклом) — процесс, который не тянет на увлекательное повествование, но играет ключевую роль в создании обитаемой планеты.

В конечном счете все крошечные организмы, участвующие в этом процессе, погибают и опускаются на дно моря, где постепенно спрессовываются в известняк. Среди мельчайших атомных структур, уносимых с собой в могилу планктоном, есть два устойчивых изотопа — кислород-16 и кислород-18. (Если вы забыли, что такое изотоп, не страшно, хотя для сведения напомним, что изотопы одного элемента различаются числом нейтронов в ядре.) И вот здесь-то в дело вступают геохимики, ибо изотопы накапливаются в различном темпе в зависимости от того, сколько кислорода или углекислого газа находилось в атмосфере во время образования осадочных пород. Сравнивая тогдашние темпы отложения этих двух изотопов, геохимики могут расшифровывать условия, существовавшие в древнем мире, — содержание кислорода, температуру воздуха и океанов, масштабы и продолжительность ледниковых периодов и многое другое. Объединяя данные, полученные методом изотопного анализа, с результатами изучения других остатков ископаемых существ, указывающих на такие показатели, как уровень содержания цветочной пыльцы и тому подобное, ученые могут со значительной долей уверенности воссоздавать вид целых ландшафтов, которые никогда не видел человеческий глаз.

Определяющей причиной такого устойчивого роста содержания кислорода в ранний период существования наземной жизни было то обстоятельство, что на суше доминировали гигантские древовидные папоротники и обширные топи, которые в силу своего болотистого характера нарушали обычный ход углеродного цикла. Вместо того, чтобы полностью сгнить, опадавшие листья папоротников и другие остатки растительности накапливались в богатых, насыщенных влагой отложениях, которые впоследствии сдавливались в огромные угольные пласты, и теперь в значительной мере служат опорой хозяйственной деятельности.

Повышенный уровень кислорода, очевидно, поощрял гигантоманию. Самым древним из обнаруженных на сегодня признаков существования сухопутных животных является след, оставленный 350 млн лет назад на горной породе в Шотландии существом, похожим на многоножку. По длине оно превышало метр. А к концу эры размеры некоторых многоножек увеличились более чем вдвое.

Когда кругом рыскали такие существа, пожалуй, неудивительно, что тогдашние насекомые выработали умение, позволившее им держаться на безопасном расстояний от жадно высунутых языков, — они научились летать. Некоторые довели этот новый способ передвижения до такого удивительного совершенства, что с тех пор ничего в нем не изменили. Как и теперь, стрекозы тогда могли летать со скоростью более 50 км/ч, внезапно останавливаться, парить в воздухе, лететь задом наперед и подниматься намного выше любого человеческого летательного аппарата, если измерять высоту в пропорциях к размеру тела. «Специалисты американских ВВС, — писал один комментатор, — помещали их в аэродинамические трубы, чтобы узнать, как это им удается, но так и не смогли этого понять». Стрекозы тоже быстро росли в богатом кислородом воздухе. В лесах каменноугольного периода они вырастали размером с ворона. Деревья и другая растительность также имели гипертрофированные размеры. Хвощи и древовидные папоротники были высотой 15 метров, плауны достигали 40 метров.

Первые наземные позвоночные — иными словами, первые сухопутные животные, от которых происходим мы с вами, — в некоем роде являются загадкой. Отчасти из-за нехватки необходимых ископаемых материалов, а отчасти по вине одного уникума, шведа Эрика Ярвика, чьи странные толкования и скрытность задержали возможность разгадки почти на полстолетия. Ярвик входил в группу скандинавских ученых, которая в 1930-х и 1940-х годах посещала Гренландию в поисках ископаемых рыб. В частности, они искали кистеперых рыб, которые предположительно были предками для нас и для всех других ходячих существ, называемых тетраподами, то есть четвероногими.

Большинство крупных животных являются тетраподами, и все существующие тетраподы имеют одну общую особенность: 4 конечности, каждая из которых заканчивается максимум 5 пальцами. Динозавры, киты, птицы, люди, даже рыбы — все они тетраподы, что явно наводит на мысль об их происхождении от одного общего предка. Предполагалось, что ключ к раскрытию тайны этого предка следует искать в девонском периоде, начиная с 400 млн лет тому назад. До этого времени по земле никто не ходил. После этого ходило множество уществ. К счастью, группа нашла именно такое существо, животное длиною в метр, которое получило название ихтиостега *(Ichthyostega)*. Провести анализ этого ископаемого выпало Ярвику начавшему работу в 1948 году и продолжавшему ее следующие сорок восемь лет. К сожалению, Ярвик никому не давал изучать своего тетрапода. Палеонтологам оставалось довольствоваться двумя поверхностными предварительными сообщениями, в которых Ярвик отмечал, что у существа на всех четырех конечностях было по 5 пальцев, что подтверждало его значение как предтечи.

В 1998 году Ярвик умер. После его смерти палеонтологи нетерпеливо принялись за изучение образца и обнаружили, что Ярвик сильно ошибался относительно количества пальцев — на всех конечностях фактически их было по восемь, а к тому же он не заметил, что

эта рыба, по-видимому, никак не могла ходить. Строение плавников было таким, что они подламывались бы под собственным весом животного. Нет нужды говорить, что это не очень продвинуло наше понимание первых сухопутных животных. Сегодня известны 3 древних тетрапода, и ни у одного нет 5 пальцев. Короче говоря, нам не вполне ясно, от кого мы произошли.

Но все же мы появились, хотя, разумеется, путь к нынешнему высокому положению не всегда был прямым. С тех пор как на суше началась жизнь, сменилось 4 мегадинастии, как их иногда называют. Первая состояла из примитивных, тяжело передвигавшихся, но порой довольно сильных земноводных и пресмыкающихся. Самым известным животным той поры был диметродон, существо с парусом на спине, которое обычно путают с динозаврами (в том числе, как я заметил, на заставке в книге Карла Сагана «Комета»). На самом деле диметродон был синапсидом, к которым, между прочим, относимся и мы. Синапсиды были одной из четырех главных групп древних рептилий, остальные три — это анапсиды, эвриапсиды и диапсиды.[303] Эти названия просто означают число и расположение небольших отверстий на боковых сторонах черепа. Синапсиды имели одно отверстие внизу виска, диапсиды — два, эвриапсиды — одно височное отверстие, но повыше.

Со временем каждая из этих основных групп разделилась на подгруппы, некоторые из них преуспевали, другие слабели. Анапсиды положили начало черепахам, которые в какой-то момент, хотя это и кажется несколько невероятным, изготовились господствовать на планете, будучи самой развитой и опасной группой видов, но потом по прихоти эволюции они предпочли господству долголетие. Синапсиды разделились на четыре отряда, лишь один из которых продолжал существовать за пределами пермского периода. К счастью, это был отряд, к которому принадлежали мы, и он развился в отряд предшественников млекопитающих, известных как терапсиды. Они-то и образовали мегадинастию-2.

К несчастью для терапсид, их кузены, диапсиды, тоже успешно эволюционировали, породив (среди прочего) динозавров, и постепенно стали вытеснять терапсид. Не в силах конкурировать на равных с этими новыми агрессивными существами, терапсиды в основном покинули сцену. Правда, очень немногие из них превратились в мелких, пушистых, прячущихся в норах зверьков, которые, оставаясь млекопитающими, долго ждали своего времени. Самые крупные из них были не больше домашней кошки, а большинство не крупнее мыши. В конечном счете это оказалось их спасением, но им пришлось ждать почти 150 млн лет, прежде чем эра динозавров, мегадинастия-3, подошла к внезапному концу, уступив место мегадинастии-4 и нашей эре млекопитающих.

Все эти крупные превращения, а равно и более мелкие между ними и после зависели, как ни парадоксально, от такого важного двигателя прогресса, как вымирание. Это удивительный факт, но вымирание видов на Земле в самом буквальном смысле является образом жизни. Никто не знает, сколько видов живых организмов существовало с начала жизни. Обычно говорят о 30 млрд, но называли и 4000 млрд.[304] Но, каким бы ни было действительное количество, 99,99 % когда-либо живших видов уже не существует. «В первом приближении, — любит говорить Дэвид Рауп[305] из Чикагского университета, — все виды являются вымершими». У сложных живых существ средняя продолжительность жизни вида составляет всего лишь около четырех миллионов лет — примерно столько, сколько существуем мы.[306]

Конечно, для самих жертв вымирание — всегда большая неприятность, но оно, кажется, неплохая вещь для динамично развивающейся планеты. «Альтернативой вымиранию является стагнация, — говорит Иан Таттерсолл из Американского музея естественной истории, — а стагнация в любой области редко бывает удачным поворотом». (Мне, пожалуй, следует

оговориться, что в данном случае речь идет о вымирании как о длительном естественном процессе. Вымирание по причине человеческой беззаботности — совсем другое дело.)

В истории Земли кризисы неизменно сопровождались последующими крупными прорывами. За упадком эдиакарской фауны последовала созидательная вспышка кембрийского периода. Вымирание в ордовике 440 млн лет назад очистило океаны от множества неподвижных процеживавших воду едоков и таким образом создало благоприятные условия для стремительных рыб и гигантских водных рептилий. Те, в свою очередь, оказались в идеальных условиях для отправки поселенцев на сушу, когда в конце девонского периода животный мир получил еще одну встряску. И такие ситуации случались на всем протяжении истории. Если бы большинство этих событий не имело места именно в том виде и в то время, то почти наверняка нас бы сейчас здесь не было.

Земля за свое время была свидетелем 5 крупных эпизодов вымирания — ордовикского, девонского, пермского, триасового и мелового, — и многих менее значительных. Ордовикское (440 млн лет назад) и девонское (365 млн) вымирания стерли с лица земли приблизительно по 80–85 % видов. Триасовое (210 млн лет назад) и меловое (65 млн лет) унесли по 70–75 % видов. Но подлинно чудовищным было вымирание в пермский период (265 млн лет назад), которым открывалась долгая эпоха динозавров. В пермский период безвозвратно выбыло по крайней мере 95 % известных по ископаемым остаткам животных. Исчезло даже около двух третей видов насекомых — единственный случай их массового исчезновения. В то время мы были ближе всего к полному уничтожению.

«Это было поистине массовое вымирание, бойня масштабов, невиданных ранее на Земле», — говорит Ричард Форти. Пермский эпизод был особенно опустошительным для морских существ. Трилобиты вымерли полностью. Почти исчезли моллюски и морские ежи. Удар пришелся практически и по всем остальным морским существам. Как считают, всего на суше и в воде Земля потеряла 52 % обитавших на ней семейств — эта категория находится на один уровень выше рода и ниже отряда в величественной шкале классификации живых существ (тема следующей главы) — и, возможно, до 96 % всех ее видов. Пройдет много времени — по одной из оценок, целых 80 млн лет, прежде чем восстановится общее число видов.

Однако следует иметь в виду два момента. Во-первых, все это лишь догадки, основанные на имеющихся данных. Оценки количества видов животных, существовавших в конце пермского периода, колеблются от 45 до 240 тысяч. Если вы не знаете, сколько было видов, то вряд ли сможете достоверно установить, какая часть из них исчезла. Кроме того, речь идет о гибели видов, а не особей. Для особей уровень потерь мог оказаться значительно выше — во многих случаях погибали практически все. Виды, уцелевшие до следующего розыгрыша лотереи жизни, почти наверняка обязаны своим существованием немногочисленным, покрытым шрамами хромающим особям.[307]

В промежутках между крупными вымираниями были еще эпизоды менее известные — хэмпхиллское, франское, фаменское, ранчолабрийское[308] и около дюжины других, не столь опустошительные по общему числу исчезнувших видов, но подчас серьезно поражавшие некоторые популяции. В хэмпхиллском эпизоде около 5 млн лет назад почти исчезли с лица земли травоядные животные, включая лошадей. Лошади сократились до единственного вида, который появляется среди ископаемых останков очень нерегулярно, и это наводит на мысль, что какое-то время он балансировал на грани забвения. Но только представьте себе человеческую историю без лошадей, без травоядных животных!

Почти в каждом случае, как при массовых вымираниях, так и при более ограниченных, мы имеем чрезвычайно скудное представление об их причинах. Даже если отбросить самые безумные идеи, все равно остается больше теорий о причинах вымирания, чем самих

вымираний. Причинами или главными факторами признаны по меньшей мере две дюжины потенциальных источников бедствий, в том числе глобальное потепление, глобальное похолодание, изменение уровня морей, истощение запасов кислорода в морях (явление, известное как *аноксия*), эпидемии, огромные утечки метана с морского дна, столкновения с астероидами и кометами, страшнейшие ураганы из тех, что называют сверхураганами, гигантские вулканические выбросы и катастрофические солнечные вспышки.

Эти последние представляют особенно интригующую возможность. Никто не знает, каких масштабов могут достигать солнечные вспышки, потому что наблюдение за ними ведется лишь с начала космического века, но Солнце — механизм могучий, и бури на нем соответственно могут быть грандиозными. Обычная солнечная вспышка — из тех, которые мы даже не замечаем на Земле, — высвобождает энергию, равную миллиарду водородных бомб, и выбрасывает в пространство около ста миллиардов тонн смертоносных частиц высоких энергий. Магнитосфера и атмосфера вместе обычно отбивают их обратно в пространство или благополучно направляют к полюсам (где они образуют симпатичные полярные сияния). Но полагают, что особенно сильный взрыв, скажем, в сотню раз сильнее обычной вспышки, мог бы преодолеть наши внеземные защитные ограждения. Световое шоу было бы великолепным, но почти наверняка оно убило бы значительную часть тех, кто стал бы им любоваться. Особенно удручает то, что, по словам Брюса Цурутани из Лаборатории реактивного движения НАСА, «это событие не оставило бы никаких следов в истории».

Все, что остается нам, как отметил один исследователь, так это «тонны догадок и крохи фактов». Похолодание, по-видимому, имеет отношение по крайней мере к трем эпизодам вымирания: в ордовике, девоне и перми, — но кроме этого общепризнанных представлений очень мало, включая даже то, был ли конкретный эпизод вымирания скоротечным или длительным. Например, ученые не могут сойтись во мнении, длилось ли вымирание в позднем девоне — событие, за которым последовал выход на сушу позвоночных, — миллионы, или тысячи лет, или же один недолгий день.

Одна из причин того, что так трудно представить убедительные объяснения вымираний, заключается в том, что уничтожить жизнь в огромных масштабах — дело весьма трудное. Как мы видели на примере мэнсонского столкновения, можно получить страшный удар и тем не менее быть свидетелем полного, хотя и, возможно, несколько шаткого восстановления. Тогда почему из всех тысяч столкновений таким невероятно опустошительным оказался удар астероида на КТ-границе[309] 65 млн лет назад, поставивший крест на динозаврах? Ну во-первых, он был, несомненно, чудовищным. Он ударил с силой в 100 млн мегатонн. Такой взрыв нелегко себе представить, но, как отметил Джеймс Лоренс Пауэлл,[310] если взорвать по хиросимской бомбе на каждого жителя Земли, то и в этом случае будет недоставать около миллиарда бомб, чтобы сравниться по силе с КТ-ударом. Но даже его одного, возможно, не хватило бы для уничтожения 70 % обитателей Земли, включая динозавров.

Падению КТ-астероида сопутствовало одно благоприятное обстоятельство — благоприятное, конечно, для млекопитающих, — дело в том, что он упал на морском мелководье, глубиной всего 10 метров, и, вероятно, под прямым углом, в период, когда содержание кислорода было на 10 % выше нынешнего и все в мире гораздо легче воспламенялось. Более того, морское дно, где он упал, состояло из породы с высоким содержанием серы. В результате удар превратил участок морского дна размером с Бельгию в аэрозоль серной кислоты. Потом на Земле месяцами выпадали кислотные дожди достаточной крепости, чтобы обжигать кожу.

В известном смысле более важным вопросом, чем вопрос: «Что стерло с лица Земли 70 %

существовавших тогда видов?», является вопрос: «Как уцелели оставшиеся 30 %?». Почему это событие было таким непоправимо опустошительным для всех до единого динозавров, тогда как другие рептилии, такие как змеи и крокодилы, прошли через него без потерь? Насколько можно судить, в Северной Америке не вымер ни один вид жаб, тритонов, саламандр или других земноводных. «Каким образом такие слабые создания выкарабкались невредимыми из этой невиданной катастрофы?» — задается вопросом Тим Флэннери в своей захватывающей предыстории Америки, книге «Вечный рубеж».

В морях было во многом то же самое. Исчезли все аммониты, но их близкие родственники, наутилоиды, которые вели такой же образ жизни, спаслись. В планктоне некоторые группы видов исчезли практически полностью, например 92 % фораминифер, тогда как другие организмы, вроде диатомей, устроенные очень похожим образом и жившие бок о бок, остались сравнительно невредимы.

Это довольно труднообъяснимые неувязки. Как отмечает Ричард Форти, «так или иначе, невелико удовольствие просто отметить, что «им повезло», и на этом успокоиться». Если за катастрофой последовали, что представляется вполне вероятным, месяцы дымной, удушливой тьмы, тогда становится трудно объяснить выживание большого числа насекомых. «Некоторые насекомые, вроде жуков, — замечает Форти, — могли питаться древесиной и другими валявшимися кругом предметами. Но как быть с пчелами, которые ориентируются по солнцу и нуждаются в цветочной пыльце? Объяснить их выживание не так-то просто».

Но самая большая проблема — это кораллы. Кораллам для выживания требуются водоросли, а водорослям нужен солнечный свет, и те и другие зависят от устойчивых минимальных температур. В последние годы много говорилось о гибели кораллов из-за изменения температуры морской воды всего на один градус или около того. Если они так уязвимы для незначительных изменений, то каким образом они перенесли длительную зиму после столкновения?

Кроме того, имеется много труднообъяснимых региональных вариаций. Вымирания, как представляется, были значительно менее тяжелыми в Южном полушарии, чем в Северном. Новая Зеландия, похоже, почти не была затронута катаклизмом, и теперь там почти нет животных, обитающих в норах. Даже растительность в подавляющем большинстве сохранилась, хотя масштабы пожаров в других местах наводят на мысль о том, что опустошение было глобальным. Словом, очень многого мы просто не знаем.

Некоторые животные, без сомнения, просто процветали, включая, что несколько удивительно, тех же черепах. Как замечает Флэннери, период непосредственно после вымирания динозавров вполне можно было бы назвать эрой черепах. В Северной Америке сохранилось 16 видов и вскоре появились 3 новых.

Явно помогло выжить обитание в воде. КТ-удар уничтожил почти 90 % видов, обитавших на суше, и только 10 % видов пресноводных животных. Вода, очевидно, защитила от жара и пламени, а также, вероятно, дала пищу в последовавшее голодное время. Все уцелевшие наземные животные привыкли при опасности укрываться в более безопасной среде — в воде или под землей, — и то и другое служило хорошим убежищем от внешних угроз. Преимущество было и у животных, питавшихся падалью или отбросами. Ящерицы, как прежде, так и теперь, большей частью невосприимчивы к бактериям, которые обитают в разлагающихся тушах животных. Их даже определенно тянет к ним, а ведь ясно, что долгое время кругом валялось множество таких гниющих туш.

Часто ошибочно утверждают, что после КТ-удара уцелели только мелкие животные. В действительности же среди выживших были крокодилы, причем не просто большие, а в три раза крупнее современных. Однако в целом большинство уцелевших действительно были невелики

по размерам и умели быстро прятаться. В самом деле, тот мрачный и враждебный мир больше всего подходил для небольших, теплокровных, ночных, всеядных и осторожных созданий — это именно те качества, которые отличали наших млекопитающих предков. Достигни мы большего развития в ходе предшествующей эволюции, вероятно, мы были бы стерты с лица земли. А тут наоборот — млекопитающие оказались в мире, к которому они были приспособлены лучше любых других живых существ.

Но не то чтобы млекопитающие ринулись заполнять каждую свободную нишу. «Возможно, эволюция и не терпит пустоты, — писал палеобиолог Стивен М. Стэнли,[311] — но, чтобы ее заполнить, требуется много времени». Так что млекопитающие опасливо оставались небольшими целый десяток миллионов лет. Если в раннем кайнозое вы были размером с рысь, то могли считаться царем зверей.[312]

Однако, начав расти, млекопитающие стали достигать чудовищных, порой абсурдных, размеров. В какое-то время морские свинки были размером с носорога, а носороги — с двухэтажный дом. Где бы ни появлялось свободное место в цепи хищников, млекопитающие спешили его заполнить. Ранние представители семейства енотовых мигрировали в Южную Америку, нашли незанятое место и эволюционировали в существа, размером и свирепостью не уступавшие медведям. Также несоразмерно развивались птицы. Пожалуй, самым свирепым существом в Северной Америке миллионы лет оставалась громадная нелетающая плотоядная птица, получившая название титанис *(Titanis)*. Это наверняка была самая устрашающая птица из когда-либо живших. Ее рост достигал 3 метров, весила она более 350 кг и могла клювом оторвать голову почти всякого, кто ей не нравился. Ее грозное семейство просуществовало 50 млн лет, но мы даже не подозревали о его существовании, пока в 1963 году во Флориде не обнаружили такой скелет.

Это подводит нас к еще одной из причин неопределенности наших представлений о вымираниях — скудости ископаемых остатков. Мы уже бегло касались вопроса о маловероятности сохранения полных наборов костей, но реальное положение хуже, чем вы можете думать. Возьмем динозавров. В музеях создается впечатление, что на Земле полно останков динозавров. На деле же подавляющее большинство музейных экспонатов — это муляжи. Гигантский диплодок, высящийся в вестибюле Музея естественной истории в Лондоне, восхищавший и удивлявший многие поколения посетителей, целиком сделан из гипса — он создан в 1903 году в Питтсбурге и передан в дар музею Эндрю Карнеги. В вестибюле Американского музея естественной истории в Нью-Йорке господствует еще более величественная реконструкция — скелет крупного барозавра, защищающего детеныша от стремительного броска зубастого аллозавра. Это невероятно впечатляющий экспонат, — барозавр поднимается к высокому потолку, наверное, метров на девять, — но он целиком является подделкой. Все до одной из нескольких сотен костей — гипсовые слепки. Посетите практически любой крупный музей естественной истории в мире — в Париже, Вене, Франкфурте, Буэнос-Айресе, Мехико, — и везде вас будут приветствовать не древние кости, а подделанные под старину модели.

Дело в том, что мы, по существу, многого не знаем о динозаврах. Всего выявлено менее тысячи видов динозавров (почти половина из них известны лишь по единственной особи), представляющих всю эру динозавров, что равно лишь примерно четвертой части всех видов живущих ныне млекопитающих. Имейте в виду, что динозавры господствовали на Земле примерно в три раза дольше млекопитающих, так что либо динозавры отличались немногочисленностью видов, либо мы пока (воспользуемся очень уместным здесь клише) недостаточно глубоко копаем.[313]

Есть целые миллионы лет из эпохи динозавров, в которых не обнаружено ни одного ископаемого. Даже за поздний меловой период — наиболее изученную доисторическую эпоху благодаря нашему интересу к вымиранию динозавров, — возможно, еще не обнаружено и трех четвертей всех существовавших тогда видов. Животные, более громоздкие, чем диплодоки, и более грозные, чем тираннозавры, могли тысячами бродить по земле, а мы, возможно, о них никогда не узнаем. До самого недавнего времени все, что мы знали о динозаврах того периода, основывалось на 300 особей, представлявших всего 16 семейств. Скудость сведений вела к широко распространенному убеждению, что ко времени КТ-удара динозавры уже сходили со сцены.

В конце 1980-х годов палеонтолог из Публичного музея города Милуоки Питер Шихан решил произвести эксперимент. С помощью двухсот добровольцев он предпринял кропотливое обследование четко очерченного и хорошо перелопаченного участка известной геологической формации Хелл Крик в штате Монтана. Тщательно просеивая породу, добровольцы выбирали все до последнего зуба, позвонка, обломка кости — все, что пропустили предыдущие копатели. Работа заняла три года. Когда она была завершена, оказалось, что число ископаемых остатков динозавров, относящихся к позднему меловому периоду, выросло более чем втрое — в масштабах планеты. Обследование показало, что динозавры оставались многочисленными вплоть до самой КТ-границы. «Нет оснований считать, что динозавры вымирали постепенно на протяжении последних 3 млн лет мелового периода», — писал Шихан.

Мы до того сжились с представлением о неизбежности нашего появления в качестве господствующего вида живых существ, что нам трудно осознать, что мы здесь лишь по причине периодических столкновений с внеземными объектами и других случайностей. Одна вещь, которая роднит нас со всеми другими живущими ныне существами, состоит в том, что почти четыре миллиарда лет нашим предкам удавалось всякий раз, когда было надо, проскользнуть сквозь целый ряд закрывавшихся дверей. Стивен Джей Гоулд кратко выразил это в известной фразе: «Род людской сегодня здесь потому, что именно наша нить ни разу не порвалась — ни разу в любом из миллиардов случаев, который мог вычеркнуть нас из истории».

Мы начинали эту главу тремя моментами: жизнь хочет быть; жизнь не всегда хочет, чтобы ее было много; время от времени жизнь угасает. К ним можно добавить четвертое: жизнь продолжается. И часто, как мы увидим, продолжается самым поразительным образом.

23
БОГАТСТВО БЫТИЯ

То тут, то там в лондонском Музее естественной истории в нишах темноватых коридоров или между стеклянными стендами с минералами, страусиными яйцами и собранным за сотню лет другим полезным мусором прячутся потайные двери — по крайней мере, в том смысле, что в их облике нет ничего такого, чтобы привлечь внимание посетителей. Время от времени можно увидеть, как кто-нибудь с озабоченным видом и забавно непослушной шевелюрой, обычно отличающей ученого, появляется в одной из дверей и спешит, чтобы, вероятно, скрыться задругой дверью дальше по коридору, но это довольно редкое явление. Большей частью двери закрыты, не давая ни единого намека, что за ними существует другой — параллельный — Музей естественной истории, такой же обширный, а во многом более удивительный, чем тот, который знает и обожает публика.

В Музее естественной истории хранится около 70 млн предметов из всех областей жизни и из всех уголков планеты. Ежегодно коллекция пополняется примерно на 100 тысяч единиц хранения, но лишь попав за кулисы, получаешь представление о том, что это за сокровищница. В стенных шкафах, горках, в плотно уставленных полками продолговатых помещениях, в стеклянных сосудах хранятся десятки тысяч замаринованных животных, миллионы наколотых на квадратные листы насекомых, в выдвижных ящиках сияющие раковины моллюсков, кости динозавров, черепа первобытных людей, бесчисленные папки с аккуратно засушенными растениями. Как будто бродишь по мозгу Дарвина. В одном только «спиртовом зале» пятнадцать миль полок, плотно уставленных сосудами с хранящимися в метиловом спирте животными.

Здесь есть образцы, собранные Джозефом Бэнксом в Австралии, Александром фон Гумбольдтом в Амазонии и Дарвином во время плавания на «Бигле» и много чего еще очень редкого или очень важного для истории или того и другого сразу. Многим очень хотелось бы прибрать эти вещи к рукам. Некоторые действительно пробовали. В 1954 году музей приобрел знаменитую орнитологическую коллекцию из имущества увлеченного коллекционера, автора многих научных трудов, среди которых книга «Птицы Аравии», Рихарда Майнерцхагена. Много лет Майнерцхаген был верным посетителем музея, бывал в нем почти ежедневно, делая заметки для своих книг и монографий. Когда прибыли упаковочные ящики, хранители музея поспешили их вскрыть и взглянуть, что им досталось, и, мягко говоря, с удивлением обнаружили на многих образцах таблички своего музея. Оказывается, господин Майнерцхаген многие годы не отказывал себе в удовольствии «лакомиться» экспонатами из коллекции музея. Этим объяснялась его привычка ходить в просторном пальто даже в теплую погоду.

Через несколько лет один очаровательный завсегдатай отдела моллюсков — как мне сказали, «довольно известный джентльмен» — попался, когда прятал ценные морские раковины в полые ножки своего инвалидного кресла. «Думаю, что здесь нет ничего, что не было бы предметом чьего-нибудь вожделения», — задумчиво произнес Ричард Форти, водивший меня по увлекательному миру, скрытому в закулисной части музея. Мы бродили по лабиринту отделов, где сидевшие за большими столами люди сосредоточенно исследовали членистоногих, пальмовые листья и ящики пожелтевших костей. Повсюду атмосфера неторопливости, скрупулезности — люди заняты титаническим трудом, который никогда не может быть завершен и потому не надо никакой спешки. Я читал, что в 1967 году музей опубликовал отчет об экспедиции Джона Мюррея, обследовавшей Индийский океан, — через 44 года после завершения экспедиции. Это мир, где все движется в собственном темпе, включая крошечный

лифт, куда мы с Форти втиснулись вместе с пожилым мужчиной ученого вида, с которым Форти добродушно, как со старым знакомым, и болтал, пока мы поднимались со скоростью отложения осадочных пород.

Когда мужчина вышел, Форти рассказал мне: «Это очень славный малый, зовут его Норман. Он 42 года занимался изучением одного вида растений, зверобоя. В 1989-м он вышел на пенсию, но все еще каждую неделю бывает здесь». — «Как можно потратить сорок два года на один вид растений?» — удивился я. «Это поразительно, правда? — согласился Форти. Чуть подумав, добавил: — Вероятно, потому, что он очень дотошный». Дверь лифта открылась перед выложенным кирпичом отверстием. Форти, похоже, растерялся. «Очень странно, — произнес он. — Здесь же был отдел ботаники». Он ткнул кнопку другого этажа и, поблуждав по черным лестницам, осторожно прокравшись через еще несколько отделов, где над когда-то живыми существами с любовью корпели исследователи, мы наконец добрались до отдела ботаники. Так я познакомился с Леном Эллисом и укромным миром бриофитов, для всех нас, непосвященных, — просто мхов.

Когда Эмерсон[314] поэтическим языком отметил, что мхи предпочитают северную сторону стволов деревьев («Мох на коре в глухую ночь что та Полярная звезда»), он на самом деле имел в виду лишайники, поскольку в XIX веке между мхами и лишайниками не проводили различия. Настоящие мхи вообще-то непривередливы в отношении того, где расти, так что они не годятся на роль природного компаса. В действительности мхи вообще не очень-то пригодны хоть для чего-нибудь. «Пожалуй, ни одна группа растений не находит так мало применения в промышленности или хозяйстве, как мхи», — с долей сожаления писал Генри С. Конард в книге «Как распознать мхи и печеночники»,[315] опубликованной в 1956 году и все еще остающейся практически единственным изданием на библиотечных полках, в котором популярно излагается этот предмет.

Между тем они весьма широко распространены. Даже если отбросить лишайники, бриофиты — это густо населенное царство. Примерно в семистах его родах насчитывается более 10 тысяч видов. Солидный труд А. Дж. Э. Смита «Моховидная флора Британии и Ирландии» превосходит 700 страниц, а Британия с Ирландией никак не относятся к особенно мшистым местам.

«Где их действительно много, так это в тропиках», — говорит мне Лен Эллис. Это спокойный худощавый мужчина, в Музее естественной истории он работает 27 лет, а с 1990 года заведует отделом. «Поезжайте, скажем, в тропические леса Малайзии, и там без труда найдете новые разновидности. Я сам ездил туда недавно. Я просто посмотрел под ноги и увидел нигде не описанные виды». — «Выходит, неизвестно, сколько видов еще предстоит открыть?» — «О да. Никакого представления».

Вы, возможно, думаете, что в мире мало кто готов посвятить жизнь изучению таких неброских, не производящих впечатления вещей, но на самом деле насчитываются сотни людей, изучающих мхи, и они очень дорожат предметом своего внимания.

«О да, — говорит Эллис, — их встречи порой бывают весьма оживленными».

Я попросил привести пример спора, разногласий.

«Ну, вот вам один, который навязал нам некий ваш земляк, — улыбнувшись, произнес он, открывая увесистый справочник с рисунками мхов, самой характерной особенностью которых для неискушенного глаза было поразительное сходство друг с другом. «Вот этот, — постучал он пальцем по рисунку, — принадлежал к одному роду, *Drepanocladus.* Теперь он разделен на три: *Drepanocladus, Warnstorfia* и *Hamatacoulis».* — «Дошло ли дело до кулаков?» — спросил я, в надежде на увлекательную историю. «Скажем, это деление имело смысл. Оно было совершенно разумным. Но оно влекло за собой значительную реорганизацию коллекций и на какое-то время

сделало все книги устаревшими, так что, как вы понимаете, кое-кто недовольно ворчал».

Мхи тоже задают загадки, говорит мне Эллис. Один известный случай — по крайней мере, известный изучающим мхи — касался скромного образца, называвшегося *Hyophila stanfordensis,* который был найден на территории Стэнфордского университета в Калифорнии, а позднее на обочине тропы в Корнуэлле, на юге Англии, но больше нигде не встречался. Остается только догадываться, как получилось, что он существует в столь отдаленных друг от друга местах и больше нигде. «Теперь он известен как *Hennediella stanfordensis,* — говорит Эллис. — Еще одно изменение».

Мы глубокомысленно покачали головами.

Когда находят новый мох, его требуется сравнить со всеми другими мхами, чтобы быть уверенным, что он еще не зарегистрирован. Затем надо сделать подробное описание и опубликовать его в респектабельном журнале. Двадцатый век не был веком систематизации мхов. Большая часть трудов была посвящена устранению неразберихи и дублирования, доставшихся от XIX века.

XIX был золотым веком коллекционирования мхов. (Вы, возможно, вспомните, что отец Чарлза Лайеля был их большим знатоком.) Один англичанин с подходящей фамилией Джордж Хант[316] охотился за британскими мхами так усердно, что, возможно, способствовал исчезновению нескольких видов. Но именно благодаря этим усилиям коллекция Лена Эллиса является одной из самых полных во всем мире. Все 780 тысяч его образцов помещены в большие сложенные вдвое листы плотной бумаги. Среди них есть очень старые, надписанные тонким почерком викторианских времен. Некоторые, чего доброго, держал в руках Роберт Броун, великий ботаник викторианской эпохи, открыватель броуновского движения и ядра клетки, основавший отдел ботаники музея и возглавлявший его первые тридцать один год до своей смерти в 1858 году. Все образцы хранятся в старых полированных шкафах красного дерева, до того красивых, что я не удержался от похвалы.

«А-а, это шкафы сэра Джозефа Бэнкса из его дома на Сохо-сквер, — небрежно заметил Эллис, словно речь шла о недавней покупке в магазине ИКЕА. — Они были заказаны для его образцов, собранных во время путешествия на «Индеворе». — Он стал внимательно разглядывать ящики, будто не видел их целую вечность. Потом добавил: — Не знаю, как они оказались у нас в бриологии».

Это было поразительное открытие. Джозеф Бэнкс был величайшим ботаником Англии, а путешествие на «Индеворе», во время которого капитан Кук в 1769 году среди многого прочего следил за прохождением Венеры по диску Солнца и заявил права британской короны на Австралию, было крупнейшей биологической экспедицией в истории. Бэнкс заплатил 10 тысяч фунтов стерлингов, около 600 тысяч по нынешнему курсу, чтобы вместе с девятью сопровождающими — натуралистом, секретарем, тремя художниками и четырьмя слугами — принять участие в этом продолжавшемся 3 года рискованном кругосветном путешествии. Бог его знает, как Куку удавалось управляться с такой шикарной и избалованной публикой, но, кажется, Бэнкс ему нравился, и он не мог не восхищаться его познаниями в ботанике — это восхищение сохраняют и последующие поколения.

Никогда, ни раньше, ни потом, ботаническая экспедиция не достигала большего успеха. Отчасти потому, что путешествие проходило через множество новых, малоизвестных мест — Огненную землю, Таити, Новую Зеландию, Австралию, Новую Гвинею, но главным образом благодаря такому умному и находчивому собирателю, как Бэнкс. Даже когда в Рио-де-Жанейро из-за карантина не было возможности сойти на берег, он перебрал присланный на борт тюк с кормом для скота и открыл новые растения. Казалось, ничто не избегало его внимания. В общей сложности он привез 30 тысяч образцов растений, в том числе одну тысячу четыреста никогда

не встречавшихся ранее — достаточно, чтобы увеличить на четверть число известных науке видов растений.

Но огромные запасы Бэнкса были лишь частицей всей добычи того почти до абсурда жадного до приобретательства века. Собирание растений стало в XVIII веке своего рода международным помешательством. Нашедших новые виды ждали слава и богатство; ботаники и искатели приключений не останавливались ни перед чем, чтобы удовлетворить этот мир, жаждущий садовых новинок. Томас Натталл, который назвал глицинию *(Wisteria)* по имени Каспара Уистара, приехал в Америку простым наборщиком, но увлекся растениями и исколесил Америку вдоль и поперек, собирая сотни невиданных ранее образцов. Джон Фрейзер, имя которого носит произрастающая в Америке разновидность ели, провел годы в дикой местности, собирая растения от имени Екатерины Великой, и когда наконец появился в столице, то обнаружил, что в России новый царь, который принял его за сумасшедшего и отказался выполнять контракт. Фрейзер забрал все в Челси, где открыл питомник и стал прилично зарабатывать на продаже восхищенной английской мелкопоместной знати рододендронов, азалий, магнолий, дикого винограда, астр и другой колониальной экзотики.

При достаточных средствах можно было делать огромные состояния. Ботаник-любитель Джон Лайон потратил два тяжелых, полных опасностей года, но в итоге его труды окупились чистой прибылью почти в 2 млн долларов в переводе на современные деньги. Правда, многие занимались этим просто из любви к ботанике. Натталл передал большую часть своих находок Ливерпульскому ботаническому саду. Позднее он стал директором Гарвардского ботанического сада и автором энциклопедического труда «Роды северо-американских растений» (который он не только написал, но и большей частью сам набрал).

И это все пока только о растениях. Но была еще всевозможная фауна новых земель — кенгуру, киви, еноты, рыси, москиты и другие самые удивительные и невероятные виды. Масштабы и многообразие жизни на Земле казались бесконечными, что нашло отражение в известных строчках Джонатана Свифта:

Живет блоху кусающая блошка; На блошке той блошинка-крошка, В блошинку же вонзает зуб сердито Блошиночка, и так ad infinitum.[317]

Все эти новые данные нужно было зарегистрировать, привести в определенный порядок и сравнить с уже имеющимися. Миру была позарез нужна годная для работы система классификации. К счастью, в Швеции нашелся человек, готовый ее создать.

Его звали Карл Линн (позднее он получил разрешение использовать более аристократичную форму «фон Линн»), но в историю он вошел под латинизированным именем Карл Линней. Родился он в 1707 году в деревне Росхульт на юге Швеции в семье небогатого, но честолюбивого лютеранского викария, и был таким ленивым учеником, что выведенный из себя папаша определил его (или, по другим сведениям, почти определил) в ученики к сапожнику. Испугавшись перспективы всю жизнь вколачивать в кожу сапожные гвозди, юный Линней упросил дать ему еще одну возможность и с тех пор больше не увиливал от наук. Он изучал медицину в Швеции и Голландии, хотя душа его лежала к миру природы. В начале 1730-х годов, когда ему еще не было тридцати, он стал составлять каталоги видов растений и животных планеты, пользуясь созданной им самим системой, и постепенно его известность стала расти.

Редко найдешь человека, столь довольного своим величием. Большую часть свободного времени он посвящал многословным лестным описаниям самого себя, объявляя, что не было еще «более великого ботаника или зоолога» и что его система классификации — «величайшее достижение в области науки». Он скромно предлагал, чтобы его надгробный камень гласил: «Princeps Botanicorum», «Царь ботаников». Сомневаться в его щедрых самооценках было неразумно. Те, кто на это решался, рисковали обнаружить свое имя в названиях сорных трав.

Еще одной поразительной чертой Линнея была не отпускавшая его — порой, можно сказать, нездоровая — сексуальная озабоченность. Его особенно впечатляло сходство между некоторыми двустворчатыми моллюсками и женскими половыми органами. Органам одного из видов моллюсков он дал названия «вульва», «лабиа», «лобок», «анус» и «гимен». Растения он группировал по свойствам их органов размножения и нарочито наделял их схожей с человеческой эротичностью. Его описания цветов и их поведения изобилуют ссылками на «беспорядочные сношения», «бесплодных сожительниц» и «брачную постель».

Весной, — писал он в одном часто цитируемом отрывке, «…любовь приходит даже к растениям. Мужские и женские особи… устраивают бракосочетания… показывая своими половыми органами, кто мужчины, кто женщины. Листья цветов служат брачной постелью, которую Творец убрал так чудесно, украсил таким великолепным пологом и надушил таким множеством тонких ароматов, чтобы новобрачные могли как можно торжественнее сочетаться брачными узами. Когда постель готова, жениху пора заключить в объятия свою возлюбленную и отдаться ей».

Одному роду растений он дал название *Clitoria.* Неудивительно, что многие считали его странным. Но его система классификации осталась непревзойденной. До Линнея растениям давались названия, которые отличались многословной описательностью. Обыкновенный физалис назывался *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis.* Линней урезал название до *Physalis angulata,* которое употребляется до сих пор. Беспорядок в равной мере вносили и неувязки в наименованиях. Ботаник не мог быть уверен, является ли *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* тем же самым растением, что и другие, которые называются *Rosa sylvestris inodora seu canina.* Линней разрешил задачу, назвав ее просто *Rosa canina*. Чтобы сделать эти вырезания практичными и приемлемыми для всех, требовалось больше, чем просто решительность. Нужна была тонкая интуиция, а по существу, гениальность, чтобы уловить наиболее характерные особенности видов.

Система Линнея так крепко укоренилась, что вряд ли можно представить какую-то альтернативу, между тем до Линнея системы классификации зачастую были крайне причудливыми. Животных могли классифицировать в зависимости от того, дикие они или домашние, сухопутные или водные, большие или маленькие, даже считались ли они благородными или нет. Бюффон располагал животных в соответствии с их пользой для человека. Анатомические соображения при этом едва учитывались. Линней посвятил всю жизнь исправлению этого недостатка, классифицируя все живое по физическим признакам. Таксономия — иными словами, наука классификации — никогда не оглядывалась назад.

Разумеется, на все это потребовалось время. Первое издание его великого труда «Systema Naturae» («Системы природы») в 1735 году насчитывало всего 14 страниц. Но книга росла и росла, пока к 12 изданию — последнему, которое видел Линней, — не выросла до трех томов и 2300 страниц. В конечном счете он дал названия или зарегистрировал около тринадцати тысяч видов растений и животных. Были и более обширные труды — в трехтомной «Истории растений» («Historia Generalis Plantarum») Джона Рэя,[318] завершенной в Англии на поколение раньше, насчитывалось не менее 18 625 видов только одних растений — но в чем никто не мог сравниться с Линнеем, так это в логичности, последовательности, простоте и своевременности. Хотя его труд берет начало в 1730-х годах, в Англии он получил широкую известность лишь в 1760-х, как раз вовремя, чтобы Линней в одночасье стал считаться непререкаемым авторитетом среди британских натуралистов. Нигде его система не была принята с большим энтузиазмом (потому-то Линнеевское общество обосновалось не в Стокгольме, а в Лондоне). Но и Линней был не без изъяна. Он дал место мифическим животным и «людям-чудовищам», чьи описания принимал на веру, выслушивая моряков и других одаренных богатым воображением

путешественников. Среди них фигурировали дикий человек, *Homo ferus,* ходивший на четвереньках, и *Homo caudatus,* «хвостатый человек». Но то был куда более легковерный век, и об этом не следует забывать. Даже прославленный Джозеф Бэнкс в конце XVIII века принимал всерьез и с глубоким интересом выслушивал многочисленные рассказы о наблюдении русалок на шотландском побережье в конце XVIII столетия. Но, как правило, оплошности Линнея в значительной степени компенсировались логичной и зачастую просто блестящей систематизацией. Среди других открытий он установил, что киты вместе с коровами, мышами и другими распространенными сухопутными животными принадлежат к классу четвероногих (позднее переименованному в млекопитающих), о чем до него никто не додумался.

Сначала Линней намеревался давать растениям только родовое название и номер — *Convolvulus 1, Convolvulus 2* и так далее, но скоро понял, что это не годится, и нашел решение в двойном названии, что и лежит в основе системы классификации по сей день. Первоначально было намерение применить систему двойных названий ко всему, что наблюдалось в природе, — горным породам, минералам, болезням, ветрам. Однако не все приветствовали эту систему. Многих беспокоило ее тяготение к неприличным выражениям, что было несколько забавным, поскольку до Линнея распространенные названия растений и животных были откровенно грубыми. Одуванчик долгое время называли в народе «писуном» из-за его якобы мочегонных свойств, среди других повседневно употреблявшихся названий были «кобылья вонь», «голые бабы», «прищемленное яйцо», «собачья моча», «голая задница» и «подтирка». Пара-другая этих грубоватых названий, возможно, случайно сохранились в английском до наших дней. «Девичьи волосы», например, в названии мха не относятся к волосам на девичьей голове.[319] Во всяком случае, давно существовало настроение, что естественные науки значительно облагородились бы, получив некоторое количество классических названий, так что когда обнаружилось, что самозванный царь ботаники уснастил свои тексты такими названиями, как *Clitoria, Fornicata* и *Vulva,* это вызвало определенное замешательство.

С годами многие из них потихоньку отпали (хотя и не все: обыкновенные морские блюдечки в официальных случаях все еще отзываются на *Crepidula fornicata),* были введены и другие усовершенствования, вызванные потребностями все более специализирующихся естественных наук. В частности, система развивалась путем постепенного введения дополнительных уровней иерархии. Определения «род» и «вид» употреблялись естествоиспытателями еще за сто лет до Линнея, а «отряд», «класс» и «семейство» в их биологическом понимании стали употребляться в 1750—1760-х годах. «Тип» введен лишь в 1876 году (немцем Эрнстом Геккелем), а «семейство» и «отряд» рассматривались как синонимы до самого начала XX века. Какое-то время зоологи использовали термин «семейство» там, где ботаники употребляли «класс», что время от времени почти создавало путаницу*.

--

** (К примеру, люди принадлежат к надцарству эукариот (Eucarya), царству животных (Animalia), типу хордовых (Chordata), подтипу позвоночных (Vertebrata), классу млекопитающих (Mammalia), отряду приматов (Primates), семейству гоминид (Hominidae), роду Homo(человек), виду sapiens(разумный). (Как мне сообщили, выделять курсивом принято названия родов и видов, но не более высокие подразделения.) Некоторые систематизаторы применяют дополнительные подразделения: трибу, подотряд, инфраотряд, парвотряд и др.)*

Линней разделил мир животных на шесть категорий: млекопитающих, пресмыкающихся, птиц, рыб, насекомых и «червей», для всего, что не укладывалось в первую пятерку. С самого начала было очевидно, что помещение лобстеров и креветок в одну категорию с червями неудачно, и были созданы различные новые категории, такие как моллюски и ракообразные. К

сожалению, эти новые классификации по-разному применялись от страны к стране. Пытаясь восстановить порядок, британцы в 1842 году провозгласили новый свод правил, названный кодексом Стрикленда, но французы сочли это своеволием, и их Зоологическое общество противопоставило британцам собственный кодекс. Тем временем Американское орнитологическое общество по непонятным причинам решило в качестве основы всех наименований пользоваться изданием «Систем природы» 1758 года, а не 1766 года, которым пользовались в других странах, а это означало, что многие американские птицы в XIX веке числились в других родах, нежели их птичья родня в Европе. Только в 1902 году на одном из первых собраний Международного зоологического конгресса натуралисты наконец стали проявлять дух компромисса и приняли единый кодекс.

Таксономию называют то наукой, то искусством, но в действительности это поле боя. Даже сегодня степень беспорядка в системе выше, чем представляет большинство людей. Взять такую категорию, как тип, подразделение, характеризующее самые основные особенности строения организма. Лишь несколько типов хорошо известны, такие как моллюски (включающие клемов и улиток), членистоногие (насекомые и ракообразные) и хордовые (мы сами и все другие животные с позвоночником или протопозвоночником); далее дело быстро идет к неизвестности. Среди малоизвестных можно назвать гнатостомулид (морские черви), кишечнополостных (медузы, актинии и кораллы) и нежных приапулид (или крошечных «пенисообразных червей»). Знакомы они или нет, но все же являются основными подразделениями. Вместе с тем очень мало согласия в том, сколько существует типов или сколько их должно быть. Большинство биологов останавливаются на 30, однако некоторые считают, что надо ограничиться 20, тогда как Эдвард О. Вильсон[320] в книге «Многообразие жизни» доводит их число аж до восьмидесяти девяти. Все зависит от того, по какому признаку вы решили определять подразделения, — являетесь ли вы «объединителем» или «размежевателем», как говорят в среде биологов.

На более привычном уровне видов возможностей для разногласий еще больше. Называть ли вид трав *Aegilops incurva, Aegilops incurvata* и л и *Aegilops ovata,* возможно, не тот вопрос, который породит страсти среди несведущих в ботанике, но в соответствующих кругах он может стать источником жарких споров. Дело в том, что существует 5 тысяч видов трав, и многие из них выглядят почти одинаково даже в глазах тех, кто разбирается в травах. В результате некоторые виды открывались и получали названия по крайней мере раз 20, и, кажется, вряд ли найдешь и одну, которая не определялась хотя бы дважды. В двухтомном «Указателе трав Соединенных Штатов» на 200 напечатанных мелким шрифтом страницах разбираются синонимии — так в мире биологов называются неумышленные, но довольно распространенные дублирования. И это относится только к травам одной страны.

Для урегулирования разногласий во всемирном масштабе есть Международная ассоциация таксономии растений (IAPT), которая решает споры по вопросам приоритета и дублирования. В промежутках она издает указы, устанавливающие, что отныне *Zauschneria californica* (растению, широко используемому в садах с каменистой почвой) быть известным под названием *Epilobium canum;* или что *Aglaothamnion tenuissimum* может теперь считаться принадлежащим *KAglaothamnion byssoides,* но не *KAglaothamnion pseudobyssoides.* Обычно эти незначительные меры по наведению порядка не привлекают особого внимания, но когда они затрагивают любимые садовые растения, то неизбежно раздаются возмущенные возгласы. В конце 1980-х годов обыкновенная хризантема была изгнана (очевидно, по основательным научным соображениям) из рода, носящего то же имя, и отнесена к сравнительно скучному и непривлекательному роду *Dendranthema.*

Любителей разводить хризантемы — множество, и они знают себе цену. Они заявили

протест в несколько странно называющийся Комитет по сперматофитам. (Кроме всего прочего, имеются также комитеты по птеридофитам, бриофитам и грибам, и все они подотчетны руководителю, называемому Генеральным докладчиком; порядок, которым и вправду стоит дорожить.) Хотя считается, что правила наименований должны строго соблюдаться, ботаники не чужды сантиментам, и в 1995 году решение было отменено. Подобным же образом были спасены от пересмотра своего места в классификации петуния, бересклет и популярные виды амариллисов, но не множество видов герани, которые несколько лет назад под вопли недовольных были переведены в род *Pelargonium.* Об этих спорах забавно рассказывается в книге Чарлза Эллиотта «Записки из сарая с цветочными горшками».

Споры и реорганизации того же рода можно найти во всех остальных разделах живого мира, так что поддерживать в порядке все ярлыки далеко не такое простое дело, как можно подумать. С учетом этого весьма удивительно, что мы не имеем ни малейшего — «даже в первом приближении», по словам Эдварда О. Вильсона — представления о числе видов живых существ на нашей планете. Оценки разнятся от 3 до 200 миллионов. Еще удивительнее, как утверждается в материале журнала «Экономист», что 97 % видов растений и животных планеты, возможно, еще ожидают своего открытия.

Из живых существ, которые нам действительно известны, более 99 из 100 описаны лишь отрывочно — вот как оценивает наши знания Вильсон: «научное название, горстка образцов в музее, несколько отрывочных описаний в научных журналах». В «Многообразии жизни» он оценивает число всех известных видов организмов — растений, насекомых, микробов, водорослей, в общем, всех вместе — в 1,4 млн, но добавляет, что это всего лишь предположение. Другие авторитеты называют чуть большее количество известных видов — где-то от 1,5 до 1,8 млн, но нет никакого центрального реестра, так что количество негде проверить. Словом, мы оказываемся в таком удивительном положении, когда, по существу, не знаем, что же мы действительно знаем.

В принципе можно было бы обратиться к экспертам, специализирующимся в каждой отдельной области, спросить, сколько видов насчитывается в их сфере, затем сложить итоговые суммы. Многие фактически так и делали. Проблема в том, что редко когда двое опрашиваемых сойдутся в ответе. Одни источники насчитывают семьдесят тысяч известных видов грибов, другие называют 100 тысяч — почти в 1,5 раза больше. Можно найти уверенные утверждения, что количество описанных видов земляных червей составляет 4000, и не менее уверенные утверждения, что их количество достигает двенадцати тысяч. Что до насекомых, их число варьируется от 750 до 950 тысяч. Это, понятно, говорится о числе *известных* видов. Для растений общепринятое количество колеблется от 248 до 265 тысяч. Это может показаться не таким уж большим расхождением, но оно в двадцать раз больше числа цветковых растений во всей Северной Америке.

Наведение порядка — не самая легкая задача. В начале 1960-х годов Колин Гроувз из Австралийского национального университета предпринял систематический обзор 250 с лишним известных видов приматов. Много раз оказывалось, что одни и те же виды описывались не единожды — иногда несколько раз, причем ни один из исследователей не знал, что имеет дело с животным, уже известным науке. Чтобы все распутать, Гроувзу потребовалось четыре десятка лет, а ведь это была сравнительно небольшая группа легко различимых существ, которые обычно не вызывают споров. Одному богу известно, каким бы был результат, если бы кто-нибудь попытался предпринять нечто подобное в отношении лишайников, которых, по оценкам, на планете насчитывается двадцать тысяч разновидностей, или пятидесяти тысяч видов моллюсков, или четырехсот с лишним тысяч жуков.

Что несомненно, так это то, что живых существ вокруг великое множество, хотя оценки их

действительного количества неизбежно основываются на экстраполяциях — порой очень приблизительных. В ходе хорошо известного опыта, поставленного в 1980-х годах, Терри Эрвин из Смитсоновского института окутал в Панаме облаком инсектицидов участок тропического леса из 19 деревьев, а потом собрал все, что упало в его сетки с их крон. Улов (фактически, уловы, поскольку он повторял свой опыт в разные времена года, чтобы удостовериться, что отлавливал и мигрирующие виды) составил 12 тысяч представителей жуков. Исходя из распространения жуков в других местах, количества других видов деревьев в лесу, количества лесов в мире, количества других разновидностей насекомых и так далее по долгой цепи переменных величин, он оценил количество видов насекомых на планете в 30 млн — это число он позднее считал слишком заниженным. Другие, пользуясь теми же или подобными данными, получали оценки 13 млн, 80 млн или 100 млн разновидностей насекомых, в заключение подчеркивая, что как бы тщательно ни подходили они к этим оценкам, в них содержится по меньшей мере столько же предположительного знания, сколько научного.

Согласно «Уолл-стрит джорнэл», в мире «около 10 тысяч активно работающих систематиков» — немного, если учесть, сколько надо зарегистрировать. Но, добавляет журнал, из-за высокой стоимости (около 2 тысяч долларов за один вид) и большого объема бумажной писанины за год регистрируется только около 15 тысяч новых видов всех типов.

«Это не результат биологического многообразия, а кризис таксономии!» — сердито бросает Коэн Маэс, уроженец Бельгии, руководитель отдела беспозвоночных Кенийского национального музея в Найроби, с которым я познакомился во время своей поездки в эту страну осенью 2002 года. Он говорил, что во всей Африке нет ни одного подготовленного систематика: «Был один в Береге Слоновой Кости, но, кажется, и тот удалился от дел». На подготовку систематика уходит от 8 до 10 лет, но в Африку никто из них не едет. «Это настоящие ископаемые», — добавил Маэс. Сам он в конце года тоже должен будет освободить место. После семилетнего пребывания в Кении контракт ему не продлили. «Нет средств», — пояснил он.

За несколько месяцев до того британский биолог Дж. Х. Годфри отмечал в журнале *Nature,* что повсюду у систематиков налицо хроническое «отсутствие престижа и средств». В результате «многие виды описываются плохо, в разрозненных изданиях, и без всяких попыток соотнести новый таксон* с существующими видами и классификацией.

--

** (Это формальный термин, используемый в биологической классификации для обозначения таких понятий, как «тип» или «вид».)*

Более того, основная часть времени систематиков уходит не на описание новых видов, а только на приведение в систему старых. Многие, по словам Годфри, «большую часть времени пытаются разобраться в классификации XIX века: переделывают зачастую несовершенные опубликованные описания или рыщут по музеям мира в поисках типового материала, который часто бывает в очень жалком состоянии». Годфри особенно подчеркивает отсутствие интереса к систематизирующим возможностям Интернета. Остается фактом, что систематика в общем и целом все еще до странности привязана к бумаге.[321]

Стараясь привести дела в соответствие с требованиями нового века, один из основателей журнала «Уайрд» *(Wired)* Кевин Келли начал новое дело, названное Фондом новых видов, имея целью получение сведений и занесение в базу данных всех живых организмов. Стоимость такого предприятия оценивается где-то от 2 млрд до 50 млрд долларов. На весну 2002 года у фонда было всего 1,2 млн долларов и 4 постоянных сотрудника.

Если, как подсказывают цифры, нам, возможно, предстоит открыть еще сотню миллионов видов насекомых, а темпы открытий останутся на нынешнем уровне, то в конечном итоге нам

потребуется чуть более 15 тысяч лет. На оставшуюся часть царства животных, возможно, уйдет чуть больше.

Так почему же мы знаем так мало? Причин столько же, сколько еще не сосчитанных животных, но среди них есть несколько главных.

Большинство живых существ очень малы, и их легко упустить из виду. На самом деле это не всегда так уж плохо. Вы бы, пожалуй, не спали так сладко, если бы знали, что в вашем матраце обитает, возможно, 2 млн микроскопических клещей, которые выходят наружу в ранние часы, чтобы отведать ваших сальных выделений и угоститься восхитительными хрустящими чешуйками кожи, которые вы теряете, ворочаясь во сне. Одна ваша подушка, возможно, служит обителью сорока тысяч этих существ. (Ваша голова — для них одна огромная жирная конфета.) И не думайте, что чистая наволочка что-нибудь изменит. Для существ размером с постельных клещей волокно самой плотной материи выглядит корабельным такелажем. В самом деле, если вашей подушке 6 лет — чему, вероятно, и равен средний возраст подушки, — то, по словам человека, занимавшегося такими расчетами, доктора Джона Маундера из Британского института медицинской энтомологии, десятую часть ее веса составят «отшелушившаяся кожа, живые клещи, мертвые клещи и экскременты клещей». (Но это, по крайней мере, *ваши* клещи. Подумайте, к чему вы каждый раз прислоняетесь, ложась в постель в гостинице*.) Эти клещи находятся при нас с незапамятных времен, но были обнаружены лишь в 1965 году.

--

** (В других вопросах гигиены дела обстоят еще хуже. Доктор Маундер считает, что переход в стиральных машинах на низкотемпературные моющие средства способствовал размножению насекомых и микробов. По его словам, «стирая грязное белье при низких температурах, вы получаете более чистых вшей».)*

Если такие близко связанные с нами существа, как постельные клещи, оставались незамеченными до века цветного телевидения, вряд ли удивительно, что большая часть остального мира малых существ нам едва известна. Ступайте в лес — любой лес, — наклонитесь и возьмите горсть почвы, и у вас в руке окажется десять миллиардов бактерий, в большинстве неизвестных науке. В вашей пригоршне также, возможно, окажется миллион пухлых дрожжинок, около 200 тысяч пушистых грибков, известных как плесень, может быть, десяток тысяч простейших животных (из них наиболее известны амебы) и большой выбор коловраток, плоских червей, аскарид и других микроскопических живых существ, известных собирательно как криптозоа. Большинство их тоже будет неизвестно.

Самый всеобъемлющий справочник по микроорганизмам, «Руководство Бержи по систематической бактериологии», включает около четырех тысяч разновидностей бактерий. В 1980-х годах двое норвежских ученых, Йостейн Гоксойр и Вигдис Торсвик, взяли наугад в березовой роще рядом со своей лабораторией в Бергене 1 грамм почвы и тщательно исследовали содержавшиеся в ней бактерии. В этом маленьком комочке они обнаружили от 4 до 5 тысяч отдельных видов бактерий, больше, чем во всем «Руководстве Бержи». Затем они поехали на побережье в нескольких милях, взяли еще 1 грамм почвы и обнаружили, что в нем содержалось от 4 до 5 тысяч *других* видов. Как отмечает Эдвард О. Вильсон: «Если в двух щепотках субстрата из двух разных мест в Норвегии насчитывается 9 тысяч разновидностей микробов, сколько же их еще ждет своего открытия в других, совершенно иных местах обитания?» Ну, скажем, по одной из оценок, их может оказаться целых 400 млн.

Мы смотрим не там, где надо. Вильсон в «Многообразии жизни» рассказывает, как один ботаник, побродив несколько дней по десяти гектарам джунглей на острове Борнео, обнаружил тысячу новых видов цветковых растений — больше, чем открыто во всей Северной Америке.

Найти эти растения не составило труда. Просто никто туда не заглядывал. Коэн Маэс из Кенийского национального музея рассказывал мне, что он был в одном горном тропическом лесу Кении и за полчаса «не особенно усердных поисков» обнаружил четыре новых вида многоножек, из них 3 представляли новые роды, и еще новый вид дерева. «Большое дерево», — добавил он, разводя руки, словно собираясь танцевать с очень крупной партнершей. Такие леса растут наверху плоскогорий и порой бывают изолированы от внешнего мира миллионы лет. «В них идеальный климат для биологии, и они очень трудны для изучения», — говорит он.

В целом влажные тропические леса покрывают лишь 6 % поверхности Земли, но в них обитает более половины животных и около двух третей цветковых растений — и большинство их остаются для нас неизвестными, потому что там бывает слишком мало исследователей. Большинство их, несомненно, может представлять немалую ценность. По меньшей мере у 99 % цветковых растений никогда не проверялись их лечебные свойства. Ввиду того, что они не могут спастись бегством от хищников, растения вынуждены вырабатывать сложную химическую защиту и потому особенно богаты интересными химическими соединениями. Даже сегодня почти четверть всех прописываемых лекарств получается всего из сорока растений, еще 16 % приходится на животных или микроорганизмы, так что существует серьезная угроза, что с каждым вырубленным гектаром леса мы утрачиваем важнейшие лечебные возможности. Применяя методику так называемой комбинаторной химии, химики способны получать в лабораториях за раз 40 тысяч соединений, но эти продукты получаются наугад и нередко они бывают бесполезными, тогда как любая природная молекула уже прошла то, что журнал «Экономист» называет «предельной отборочной программой: эволюцию длиною более 3,5 млрд лет».

Однако поиски неизведанного не обязательно связаны с путешествиями в отдаленные глухие места. В своей книге «Жизнь: несанкционированная биография» Ричард Форти упоминает, как на стене одной деревенской пивной, «где мочились многие поколения завсегдатаев», была обнаружена одна очень древняя бактерия — открытие, которое, видимо, требовало редкостного везения и увлечения делом, а возможно, и каких-то еще неустановленных качеств.

Не хватает специалистов. Запас объектов, которые надо отыскать, изучить и зарегистрировать, значительно превосходит число ученых, способных делать такую работу. Возьмите такие жизнестойкие малоизвестные организмы, как коловратки. Эти микроскопические животные могут вынести почти все. Когда условия становятся суровыми, они свертываются в комочек, отключают обмен веществ и ждут лучших времен. В таком состоянии их можно бросить в кипящую воду или заморозить почти до абсолютного нуля, а когда испытания заканчиваются и они возвращаются в более приятную среду то разворачиваются и продолжают жить, будто ничего не случилось. Пока их выявлено около 500 видов (хотя, по некоторым источникам, их насчитывается 360), но никто не имеет даже отдаленного представления, сколько их может быть всего. Много лет почти все сведения о них были известны благодаря одному увлеченному любителю, конторскому служащему Дэвиду Брайсу изучавшему их в свободное время. Их можно найти во всех уголках мира, но если бы вы собрали на обед специалистов по коловраткам со всего света, вам не пришлось бы занимать посуду у соседей.

Даже такие важные и вездесущие создания, как грибы (а они действительно важные и вездесущие), привлекают сравнительно мало внимания. Грибы есть повсюду и существуют в многообразных формах — назовем хотя бы на выбор: съедобные грибы, плесень, мучнистую росу, дрожжи и дождевики, и они существуют в количествах, о которых большинство из нас даже не подозревает. Соберите все грибы с гектара обычной луговины, и вы получите 2800 кг

грибной массы. И это не маргинальные организмы. Без грибов не было бы фитофтороза у картофеля, древесных болезней и грибковых заболеваний кожи, но, кроме того, не было бы йогуртов, пива или сыров. Всего выявлено около 70 тысяч видов грибов, но считается, что общее их число может достигать 1,8 миллиона. Поскольку много микологов занято в производстве сыров, йогурта и других продуктов, трудно сказать, сколько их активно занимаются исследованиями, но можно смело утверждать, что не открытых еще видов грибов много больше, чем тех, кому их предстоит открывать.

Мир действительно громаден. Благодаря легкости воздушных путешествий и развитию других видов связи мы обманываемся, считая, что мир не так уж велик, но на поверхности земли, где приходится работать исследователям, он действительно огромен — достаточно огромен, чтобы вмещать уйму неожиданностей. Теперь известно, что во влажных тропических лесах Заира обитает значительное количество окапи, ближайших живых родственников жирафов — общая популяция оценивается, возможно, в 30 тысяч голов, — между тем до XX века об их существовании даже не подозревали. Большая бескрылая новозеландская птица такахе, считавшаяся вымершей 200 лет назад, обнаружена в труднодоступных местах Южного острова. В 1995 году заблудившаяся из-за снежной вьюги в отдаленной горной долине Тибета группа французских и английских ученых наткнулась на породу лошадей, ранее известную лишь по доисторическим пещерным рисункам. Жители долины были удивлены, узнав, что в большом мире эта лошадь считается диковиной.

Некоторые считают, что нас могут ожидать еще большие сюрпризы. «Видный британский этнобиолог, — писал в 1995 году журнал «Экономист», — считает, что в дебрях бассейна Амазонки может таиться… мегатерий, обитающий на земле своего рода гигантский ленивец, который, встав, может сравниться ростом с жирафом». Пожалуй, знаменательно, что фамилия этнобиолога не была названа; пожалуй, еще многозначительнее, что ни о нем, ни о ленивце больше ничего не было слышно. Впрочем, пока не обследован каждый уголок джунглей, никто не может категорически утверждать, что такого существа там нет, а до этого еще очень далеко.

Но даже если подготовить тысячи полевых исследователей и направить их в самые отдаленные уголки мира, их усилий не хватит, потому что жизнь существует всюду. Необыкновенная плодовитость жизни поражает, даже радует, но и оставляет множество загадок. Чтобы изучить ее до конца, пришлось бы перевернуть каждый камень, просеять почву во всех лесах, а также невообразимое количество песка и земли, вскарабкаться на кроны деревьев в каждом лесу и придумать значительно более эффективные способы исследования морей. И даже тогда были бы упущены целые экосистемы. В 1980-х годах спелеологи-любители в Румынии проникли в глубокую пещеру, которая долгое, но неопределенное время была отрезана от внешнего мира, и нашли там 33 вида насекомых и других малых существ — пауков, многоножек, вшей, — все слепые, бесцветные и неизвестные науке. Они питались микроорганизмами из пены на поверхности водоемов, а те в свою очередь питались сероводородом из горячих источников.

Казалось бы, понимание невозможности познать все до конца вызывает разочарование, приводит в уныние и, возможно, даже ужасает, но оно точно так же может быть невероятно захватывающим. Мы живем на планете, полной неожиданностей. Какой мыслящий человек захочет, чтобы было иначе?

Что почти всегда больше всего захватывает в любом популярном изложении разрозненных предметов современной науки, так это когда осознаешь, какое множество людей готовы посвятить жизнь самым запутанным, не поддающимся пониманию направлениям исследования. В одном из своих очерков Стивен Джей Гоулд отмечает, как один из его персонажей, Генри Эдвард Крэмптон, провел 50 лет, с 1906 года до своей смерти в 1956 году, спокойно изучая в

Полинезии род улиток, называемый *Partula.* Год за годом Крэмптон снова и снова измерял до мельчайшей степени — до восьми разрядов десятичной дроби — завитки, дуги и изгибы бесчисленных *Partula,* сводя результаты в подробнейшие таблицы. За одной-единственной строчкой таблицы Крэмптона стоят недели измерений и расчетов.

Чуть менее увлеченным, но еще более непредсказуемым был Альфред С. Кинси, заслуживший известность в 1940-х и 1950-х годах своими исследованиями сексуальности человека. До того как его ум погрузился, так сказать, в секс, Кинси был энтомологом, к тому же упорным. За одну из экспедиций, продолжавшуюся два года, он прошел пешком 4000 км и собрал коллекцию из 3 млн ос. Сколько ему при этом досталось укусов, увы, нигде не отмечено.

Что меня озадачивало, так это вопрос, как в таких экзотических областях обеспечить преемственность исследований. Ясно, что в мире не может быть много учреждений, которым требуются специалисты по усоногим ракам или тихоокеанским улиткам и которые готовы их содержать. Прощаясь с Ричардом Форти в лондонском Музее естественной истории, я спросил его, каким образом удается держать наготове замену выбывающим исследователям.

Он от души рассмеялся над моей наивностью: «Боюсь, что у нас нет таких назначенных заместителей, которые сидят на скамье, ожидая, когда их вызовут на сцену. Если специалист уходит в отставку или, хуже того, умирает, это может приостановить деятельность в этой области, иногда очень надолго». — «И я полагаю, что именно поэтому вы цените тех, кто 42 года изучает единственный вид растения, даже если оно не представляет собой чего-то страшно нового?» — «Вот именно, — ответил он, — именно поэтому».

И, кажется, он действительно говорил то, что думал.

24
КЛЕТКИ

Это начинается с одной клетки. Первая клетка делится, чтобы стать двумя, а две становятся четырьмя и так далее. После всего 47 удвоений у вас будет около 10 тысяч триллионов (10 000 000 000 000 000) клеток, готовых ожить в виде человека*.[322] И каждая из этих клеток точно знает, что делать, чтобы оберегать и лелеять вас от момента зачатия и до последнего вздоха.

--

** (Вообще-то довольно много клеток в процессе развития теряется, так что число клеток, при котором возникаете вы, в действительности всего лишь приблизительное. В зависимости от источника, с которым вы справляетесь, оно может расходиться на несколько порядков. Цифра в 10 тысяч триллионов (или 10 квадрильонов) взята из книги Маргулиса и Сагана «Микрокосмос».)*

У вас нет никаких секретов от ваших клеток. Они знают о вас больше, чем вы сами. Каждая имеет копию полного генетического кода — наставления по уходу за вашим организмом, — так что она знает не только свое дело, но и всякое другое дело в организме. Вам ни разу в жизни не придется напоминать клетке, чтобы та следила за содержанием аденозинтрифосфата или нашла место для неожиданно появившейся избыточной фолиевой кислоты. Клетка сделает за вас все — и это, и миллион других дел. Каждая клетка по своей природе является чудом. Даже самые простые из них находятся за пределами человеческой изобретательности. Например, чтобы создать самую элементарную дрожжевую клетку, вам придется миниатюризировать примерно столько же компонентов, сколько деталей в реактивном самолете «Боинг-777», и уместить их в шарике диаметром всего в 5 микрон; затем вам нужно будет как-то убедить этот шарик размножаться.

Но дрожжевые клетки — ничто по сравнению с человеческими, которые не только разнообразнее и сложнее, но и куда больше захватывают воображение благодаря своему сложному взаимодействию.

Ваши клетки — это страна с десятью тысячами триллионов граждан, каждый из них по-своему целиком отдает себя вашему общему благополучию. Нет ничего, что они не делали бы для вас. Они дают вам возможность испытывать удовольствие и формировать мысли. Дают возможность стоять, потянуться и порезвиться. Когда вы едите, они извлекают питательные вещества, распределяют энергию и выносят отходы — все эти вещи вы учили на уроках биологии, — но они, кроме того, не забывают, что надо дать вам почувствовать голод и затем вознаградить вас приятным ощущением сытости, чтобы вы не забыли поесть в другой раз. Они заставляют расти волосы, накапливают серу в ушах, налаживают ровную работу мозга. Они управляют каждым закоулком вашего существа. При первой же угрозе они поспешат вам на помощь. Не колеблясь, погибнут за вас — миллиарды их ежедневно так и поступают. И за всю свою жизнь вы ни разу не поблагодарили ни одну из них. Так что давайте воспользуемся моментом и отнесемся к ним с благоговением и благодарностью, каких они заслуживают.

Мы немного разбираемся в том, как клетки делают свое дело, — как запасают жиры, вырабатывают инсулин и выполняют множество других дел, необходимых для сохранения такого сложного организма, как вы, — но лишь немного. Внутри вас трудятся по крайней мере 200 тысяч различных видов белка, а мы пока знаем, чем конкретно заняты не более чем два процента из них. (Другие называют цифру в 50 %; это, видимо, зависит от того, что иметь в виду под словом «разбираться».)

Сюрпризы на клеточном уровне возникают постоянно. В природе окись азота является страшным ядом и распространенным компонентом загрязнения окружающей среды. Так что ученые, естественно, несколько удивились, когда в середине 1980-х годов обнаружили, что она необычайно старательно вырабатывается человеческими клетками. Назначение окиси азота сначала оставалось тайной, но затем ученые стали находить ее всюду — контролирующей кровоток и энергетику клеток, противодействующей раку и болезнетворным микроорганизмам, регулирующей обоняние и даже способствующей эрекции. Она оказалась связана с объяснением, почему хорошо знаменитое взрывчатое вещество, нитроглицерин, облегчает боли в сердце, известные как стенокардия. (В кровотоке нитроглицерин превращается в окись азота, расслабляющую мышцы, которые выстилают сосуды изнутри, открывая возможность для более свободного тока крови.) Всего за десяток лет это газообразное вещество из чужеродного токсина превратилось в вездесущий чудодейственный эликсир.

Согласно бельгийскому биохимику Кристиану де Дюву вы обладаете «несколькими сотнями» различных типов клеток, очень отличающихся по размеру и форме — от нервных клеток, чьи волокна достигают длины более метра, до крошечных, имеющих форму диска клеток крови и фотоэлементов в форме палочек, помогающих нам видеть. Выбор размеров необычайно широк — но самым впечатляющим образом это проявляется в момент зачатия, когда пульсирующая мужская половая клетка одна предстает перед лицом яйцеклетки, которая в 85 тысяч раз больше ее (и это в ином свете представляет, кто кого покоряет). Однако в среднем человеческая клетка имеет в диаметре 20 микрон — то есть около двух сотых миллиметра, — она слишком мала, чтобы ее увидеть, но достаточно вместительна, чтобы содержать тысячи таких сложных структур, как митохондрии и многие миллионы молекул. В самом буквальном смысле клетки также различаются по живучести. Все клетки вашей кожи мертвы. Довольно неприятно думать, что вся до последнего дюйма ваша наружность мертва. Если вы взрослый человек средней комплекции, то таскаете на себе более двух килограммов мертвой кожи[323] и ежедневно сбрасываете несколько миллиардов ее крошечных фрагментов. Проведите пальцем по пыльной полке, и получите узор, по большей части состоящий из старой кожи.

Большинство клеток редко живут больше месяца, но есть и некоторые достойные внимания исключения. Клетки печени могут существовать годами, хотя их составные части могут обновляться каждые несколько дней. Клетки мозга живут столько же, сколько и вы. При рождении вам выдается около сотни миллиардов, и это все, что будет при вас. Считают, что в час вы теряете около 500, так что, если вам есть над чем серьезно подумать, не теряйте ни минуты. Хорошая новость заключается в том, что отдельные составные части клеток вашего мозга, как и в клетках печени, постоянно обновляются, и ни одной из их частей не больше месяца. Вообще, высказывалось предположение, что в составе нашего тела нет ни единой частицы — даже случайной молекулы, — которая находится там больше девяти лет. Возможно, мы себя такими не чувствуем, но на клеточном уровне мы все совсем юные.

Первым человеком, описавшим клетку, был Роберт Гук, которого мы последний раз встречали ссорившимся с Исааком Ньютоном из-за приоритета в отношении закона обратных квадратов. За свои шестьдесят восемь лет Гук добился многого — он был и выдающимся теоретиком, и искусным создателем оригинальных и полезных приборов, — но ничто не принесло ему большего восхищения людей, чем вышедшая в свет в 1665 году и пользовавшаяся широкой известностью книга «Микрография, или Некоторые физиологические описания миниатюрных тел, сделанные с помощью увеличительных стекол». Она открывала очарованным читателям вселенную очень малых существ, которая была куда более разнообразной, многонаселенной и прекрасно организованной, чем кто-либо мог представить.

В числе микроскопичных деталей, впервые выявленных Гуком, были маленькие полости в

растениях, которые он назвал «клетками», потому что они напоминали ему монашеские кельи.[324] Гук подсчитал, что в одном квадратном дюйме пробки было 1 259 712 000 этих крошечных ячеек — такая огромная цифра вообще фигурировала в науке впервые. Микроскопы в то время были в ходу уже несколько десятков лет, но что отличало приборы Гука, так это их техническое превосходство. Они достигли увеличения в тридцать раз и стали последним словом в оптической технике XVII века.

Так что десять лет спустя Гук и другие члены Лондонского королевского общества испытали настоящее потрясение, когда стали получать чертежи и сообщения от необразованного торговца льняным товаром из голландского города Делфта, достигавшего 275-кратного увеличения. Торговца звали Антони ван Левенгук. Почти не имея образования и без всякой научной подготовки, он в то же время был прирожденным наблюдателем и выдающимся мастером.

По сей день неизвестно, как он получал такие колоссальные увеличения при помощи такого незатейливого, удерживаемого в руках приспособления, не более чем стеклянного пузырика в скромной деревянной оправе, внешне похожего не на микроскоп, а на лупу, как ее большинство из нас представляет, но вообще-то довольно далекого и от того, и от другого. Для каждого своего опыта Левенгук делал новый прибор и тщательно скрывал технику их изготовления, хотя иногда намекал англичанам, как повысить разрешающую способность*.

--

* *(Левенгук был близким другом еще одной дельфтской знаменитости, художника Яна Вермера. В середине XVII века Вермер, до того считавшийся способным, но не выдающимся художником, неожиданно овладел мастерством передачи света и перспективы, чем и прославился. Хотя доказательств тому нет, долгое время подозревали, что он пользовался камерой-обскурой, аппаратом для проецирования изображений на плоской поверхности с помощью линзы. После смерти Вермера такого аппарата в его имуществе не числилось, но оказывается, что душеприказчиком Вермера был не кто иной, как ван Левенгук, самый скрытный производитель линз своего времени.)*

За 50 лет — начав, как ни удивительно, когда ему уже было за 40, — Левенгук послал в Королевское общество две сотни сообщений, все на нижненемецком языке, единственном, которым он владел. Он не выдвигал никаких толкований, сообщал лишь фактическую сторону своих открытий, сопровождая их искусными рисунками. Он направлял сообщения почти обо всем, что можно было с пользой исследовать, — хлебной плесени, пчелиных жалах, клетках крови, зубах, волосах, собственных слюне, экскрементах и сперме (об этих последних с извинениями за их неизбежно отвратительный вид), — почти все из этого ранее не наблюдалось под микроскопом.

Когда в 1676 году он сообщил, что в пробе перечной настойки обнаружил «маленьких животных», члены Королевского общества при помощи лучших достижений английской техники целый год занимались поисками этих «маленьких животных», пока наконец добились нужного увеличения. То, что нашел Левенгук, оказалось простейшими *(Protozoa)*. Он подсчитал, что в одной капле воды было 8 280 000 этих крошечных существ — больше, чем все население Голландии. Мир кишел живыми существами в таком разнообразии и обилии, какого никто раньше не подозревал.

Вдохновленные фантастическими открытиями Левенгука, другие начали глядеть в микроскопы с таким усердием, что иногда находили вещи, которых в действительности не было. Один уважаемый голландский наблюдатель, Николаас Гартсокер, был убежден, что видел в клетках спермы «крошечного, уже сформированного человечка». Он назвал эти маленькие

существа «гомункулусами», и некоторое время многие верили, что все люди — практически все существа — всего лишь чудовищно увеличенные варианты крошечных, но сформировавшихся существ — предшественников. Самому Левенгуку тоже время от времени доводилось увлекаться. В одном из наименее удачных экспериментов он пытался изучить взрывные свойства пороха, наблюдая небольшой взрыв с близкого расстояния; в результате он едва не ослеп.

В 1683 году Левенгук открыл бактерии — но это было точкой, на которой прогресс из-за ограниченных возможностей аппаратуры приостановился на ближайшие 150 лет. До 1831 года никому не довелось увидеть ядро клетки — первым его открыл шотландский ботаник Роберт Броун, часто, но лишь вскользь упоминаемый, персонаж истории науки. Броун, живший с 1773 по 1858 год, назвал его *nucleus,* от латинского *nucula,* означавшего «орешек», или «ядрышко ореха». Лишь к 1839 году было понято, что *все* живое вещество имеет клеточное строение. Первым такое предположение высказал немец Теодор Шванн; оно, как это бывает с научными догадками, не только несколько запоздало, но к тому же сначала не нашло широкого признания. Лишь в 1860-х годах, в частности благодаря некоторым сыгравшим заметную роль трудам Луи Пастера во Франции, было окончательно установлено, что живое существо не может возникнуть самопроизвольно, но должно произойти из существовавших ранее клеток. Это представление, называемое «клеточной теорией», лежит в основе всей современной биологии.

Клетку сравнивали со многими вещами, от «сложного химического производства» (физик Джеймс Трефил) до «огромного многолюдного города» (биохимик Гай Браун). Клетка похожа на то и другое и вместе с тем не похожа ни на одно из них. Она похожа на химзавод в том смысле, что она все время занята сложнейшими химическими процессами, а на большой город, потому что плотно населена, в ней царит оживленное взаимодействие обитателей, которое приводит в замешательство, но в нем явно просматривается определенная система. Но это куда более кошмарное место, чем любой огромный город или гигантское производство, какие вы когда-либо встречали. Начать с того, что в клетке нет верха и низа (силу тяжести можно не учитывать на клеточном уровне) и нет ни одного неиспользуемого места размером хотя бы с атом. Активные процессы идут *повсюду,* и непрерывно гудит электричество. Вы можете не чувствовать свою электрическую природу, но она такова. Съедаемая нами пища и вдыхаемый кислород соединяются в клетках, порождая электричество. Мы не обмениваемся сильными разрядами и не прожигаем диван, когда садимся, только потому, что все это происходит в очень малых масштабах: всего 0,1 вольта, передаваемые на расстояние, измеряемое нанометрами. Но увеличьте масштаб, и получите напряженность 20 млн вольт на метр.

Какими бы ни были их размер или форма, почти все ваши клетки построены в основном по одному и тому же плану: они имеют внешнюю оболочку, или мембрану, ядро, внутри которого находится генетическая информация, необходимая для жизнедеятельности, а между ними заполненное бурной деятельностью пространство, называемое протоплазмой. Мембрана не является, как большинство из нас представляет, прочной эластичной оболочкой, чем-то таким, что надо протыкать острой иголкой.[325] Она скорее представляет собой своего рода маслянистое вещество, известное как *липид*, пользуясь сравнением Шервина Б. Нуланда,[326] близкое по консистенции к «легкому моторному маслу». Это кажется удивительно несолидной защитой, но имейте в виду, что на микроскопическом уровне вещи ведут себя иначе. В масштабах молекул вода становится вроде тяжелого геля, а липид подобен железу.

Если бы вы могли побывать внутри клетки, вам бы там не понравилось. Раздутая до таких размеров, чтобы атомы стали величиной с горошину, клетка будет шаром диаметром около километра, который поддерживается сложной конструкцией из балок, называемой *цитоскелетом*. Внутри нее многие миллионы предметов — одни размером с баскетбольный мяч, другие с автомашину — со скоростью пули носятся из стороны в сторону. Не нашлось бы

места, где вы могли бы спокойно стоять без того, чтобы каждую секунду со всех сторон они тысячи раз не ударяли и не вонзались бы в вас. Даже для постоянных обитателей внутренность клетки — место опасное. Каждая нить ДНК подвергается нападению и повреждается в среднем каждые 8,4 секунды — 10 000 раз в день. Химические и другие агенты, которые вклиниваются или небрежно разрезают ее, и каждую из этих ран нужно быстро зашить, если клетке не предначертано погибнуть.

Особенно полны жизни и подвижны белки — они скручиваются, пульсируют и влетают друг в друга до миллиарда раз в секунду. Всюду снуют ферменты, тоже разновидности белков, выполняя до тысячи задач в секунду. Словно поразительно ускоренные рабочие муравьи, они деловито строят и перестраивают молекулы, тащат кусок от одной, добавляют его к другой. Некоторые следят за пролетающими белками и химически помечают непоправимо поврежденные или попорченные. Отобранные таким путем обреченные белки перерабатываются структурами, называемыми *протеасомами*, где их разбирают, а составные части используют для создания новых белков. Некоторые виды белков существуют менее получаса; другие живут неделями. Но все их существование протекает в бешеном темпе. Как отмечает де Дюв, «из-за немыслимой скорости происходящих там процессов молекулярный мир неизбежно должен полностью оставаться за пределами нашего воображения».

Но замедлите ход вещей до скорости, при которой эти взаимодействия можно наблюдать, и они уже не будут так вас нервировать. Можно увидеть, что клетка — это всего лишь миллионы объектов: лизосом, эндосом, рибосом, лигандов, пероксисом, белков всех размеров и форм, сталкивающихся с миллионами других вещей и занимающихся будничными делами: извлечением энергии из питательных веществ, сборкой структур, удалением отходов, отражением вторжения незваных гостей, отправкой и получением сообщений, выполнением ремонта. Обычно клетка содержит около 20 тысяч различных видов белка, из них около 2 тысяч видов представлены каждый по крайней мере 50 тысячами молекул. «Это означает, — пишет Нуланд, — что если брать в расчет только молекулы, присутствующие в количестве больше 50 тысяч, то в итоге получим самое меньшее 100 млн белковых молекул в каждой клетке. Эта ошеломительная цифра дает некоторое представление об интенсивности и масштабности происходящих внутри нас биохимических процессов».

Все это — крайне необходимые процессы. Чтобы обогащать клетки свежим кислородом, сердце должно перекачивать около 350 литров крови в час, более 8 тысяч литров ежедневно, 3 миллиона литров в год — этого достаточно, чтобы наполнить 4 плавательных бассейна олимпийских размеров. (И это в состоянии покоя. При нагрузках объем может возрасти в 6 раз.) Кислород поглощается митохондриями. Это электростанции клеток, и в типичной клетке их бывает до тысячи; правда, их число значительно меняется в зависимости от того, что это за клетка и сколько ей надо энергии.

Возможно, вы помните, в одной из предыдущих глав мы говорили, что митохондрии, как считается, произошли от захваченных бактерий и теперь в основном живут в наших клетках как постояльцы, сохраняя собственные генетические программы, делятся по собственному расписанию, говорят на своем языке. Возможно, также вы вспомните, что мы полностью зависим от их доброй воли. И вот почему. Практически вся потребляемая нами пища и весь кислород после переработки поступают в митохондрии, где они превращаются в молекулу, которая носит название аденозинтрифосфат, или АТФ.

Вы, возможно, не слыхали об АТФ, но это именно то, что сохраняет вам жизнь. Молекулы АТФ — это, по существу, передвигающиеся по клетке маленькие батарейки, обеспечивающие энергией все происходящие в ней процессы, а их великое множество. В каждый данный момент в типичной клетке вашего организма находится около миллиарда молекул АТФ, но через две

минуты они будут полностью исчерпаны, и их место займет миллиард других. Ежедневно вы производите и потребляете количество АТФ, равное приблизительно половине веса вашего тела. Ощутите теплоту вашей кожи. Это трудятся ваши АТФ.

Когда клетки больше не нужны, они умирают, причем делают это с великим достоинством. Они сносят все поддерживающие их леса и подпорки и спокойно переваривают свои составные части. Данный процесс известен как апоптоз, или запрограммированная смерть клетки. Ежедневно ради вас гибнут миллиарды клеток, а миллиарды других убирают то, что от них осталось. Клетки могут погибать и насильственной смертью, например в случае заражения, но по большей части они умирают, когда им приказывают. Фактически если им не говорят, чтобы они жили — если они не получают своего рода прямых указаний от других клеток, — клетки автоматически себя убивают. Клеткам очень нужно, чтобы их подбадривали.

Если же, как время от времени случается, клетка не умирает, как предписано, а начинает безудержно делиться и распространяться (пролиферировать, как говорят специалисты), мы называем последствия этого раком. Раковые клетки на самом деле просто сбиты с толку. Клетки весьма часто ошибаются подобным образом, но организм располагает сложными механизмами борьбы с ними. И только очень редко процесс выходит из-под контроля. В среднем одно пагубное злокачественное образование у человека приходится на сто миллионов миллиардов клеточных делений.[327] Рак — невезение во всех смыслах этого слова.

Удивительно не то, что дела у клеток иногда идут не так, как надо, а то, что им удается на протяжении десятков лет управляться с ними так гладко. Они достигают этого посредством передачи и проверки потоков сообщений — какофонии сообщений — со всех концов организма: указаний, запросов, уточнений, просьб о помощи, свежей информации, предписаний делиться или прекратить существование. Большинство этих сообщений и команд доставляется курьерами, называемыми гормонами, такими химическими веществами, как инсулин и адреналин, эстроген и тестостерон, передающими информацию из отдаленных аванпостов вроде щитовидной и эндокринной желез. Другие послания телеграфируются из мозга или внутренних органов. И, наконец, клетки поддерживают прямую связь с соседями, согласовывая с ними свои действия.

Но, пожалуй, самое удивительное то, что все это — лишь произвольная безудержная деятельность, ряд бесконечных столкновений, направляемых не более чем элементарными законами притяжения и отталкивания. Ясно, что за всеми действиями клеток не стоит никакого мышления. Просто все происходит гладко, многократно и столь надежно, что мы даже редко об этом задумываемся; тем не менее все это каким-то образом не только создает порядок внутри клетки, но и идеальную гармонию во всем организме. Путями, которые мы только-только начали понимать, триллионы и триллионы самопроизвольно протекающих химических реакций складываются и образуют вас — подвижного, мыслящего, принимающего решения, или, коль на то пошло, значительно менее размышляющего, но тем не менее невообразимо высокоорганизованного навозного жука. Запомните, что всякое живое существо — это чудо атомной инженерии.

В действительности некоторые организмы, кажущиеся нам примитивными, имеют такой уровень клеточной организации, в сравнении с которой наша выглядит весьма примитивной. Разделите клетки губки (протерев их сквозь сито), затем вывалите их в жидкость, и они найдут путь друг к другу и снова образуют губку. Можете повторять это множество раз, и они будут упрямо собираться вместе, потому что подобно нам с вами и любому другому живому существу ими движет одно неодолимое влечение — продолжать быть.

И все из-за странной, упрямой, еле понятной молекулы, которая сама не живая и по большей части ничего не делает. Мы называем ее ДНК, и чтобы начать понимать ее важнейшее значение для науки и для нас, надо вернуться примерно на 160 лет назад, в викторианскую

Англию, к тому моменту, когда у естествоиспытателя Чарлза Дарвина появилась идея, которую назвали «самой блестящей из возникавших у кого-либо», а потом, по соображениям, которые требуют некоторого объяснения, была отложена в долгий ящик на целых 15 лет.

25
ОСОБОЕ МНЕНИЕ ДАРВИНА

Поздним летом или ранней осенью 1859 года редактору солидного английского журнала «Куортерли ревью» Уитвеллу Элвину прислали сигнальный экземпляр новой книги натуралиста Чарлза Дарвина. Элвин с интересом прочел книгу, признал ее достоинства, но высказал опасение, что предмет исследования слишком узок, чтобы привлечь широкую аудиторию. Вместо этого он убеждал Дарвина написать книгу о голубях. «Голуби интересуют всех», — дружелюбно подсказывал он.

Мудрый совет Элвина был оставлен без внимания, и в конце ноября 1859 года книга «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» вышла в свет по цене 15 шиллингов. Первое издание в 1250 экземпляров было распродано в первый день. С тех пор она постоянно пользуется спросом и постоянно вызывает споры — неплохо для человека, другим главным интересом которого были земляные черви и который, если бы не импульсивное решение совершить плавание вокруг света, вполне вероятно, прожил бы жизнь рядового приходского священника, известного разве что интересом к земляным червям.

Чарлз Роберт Дарвин родился 12 февраля 1809 года* в Шрусбери, тихом базарном городке в западной части Цен тральной Великобритании.

--

* *(Удачная дата в истории: в тот же день в Кентукки родился Авраам Линкольн.)*

Его отец был преуспевающим и уважаемым врачом. Мать — дочерью прославленного мастера гончарного дела Джосаи Веджвуда. Она умерла, когда Чарлзу было всего 8 лет.

Дарвину нравились любые мужские забавы, но он постоянно огорчал овдовевшего отца далеко не блестящими успехами в учебе. «Тебе наплевать на все, кроме охоты, собак и ловли крыс, и ты опозоришь себя и всю семью», — писал старший Дарвин. Строчку эту повторяют почти во всех повествованиях о юных годах Дарвина. Хотя он питал склонность к естественной истории, ради отца он попытался взяться за изучение медицины в Эдинбургском университете, но не переносил крови и страданий. Его неизменно глубоко травмировало зрелище операции на, разумеется, страдающем ребенке — в то время, как вы понимаете, обезболивающих средств еще не было. Он попробовал заняться изучением права, но нашел его невыносимо скучным и, в конце концов, скорее из-за отсутствия выбора, получил степень богослова в Кембридже.

Казалось, его ожидала жизнь сельского приходского священника, когда совершенно неожиданно появилось более соблазнительное предложение. Дарвин получил приглашение совершить плавание на военно-морском исследовательском корабле «Бигль», по существу, чтобы составить компанию за столом капитану Роберту Фитцрою, чей ранг исключал дружеское общение с неджентльменами. Фитцрой, человек со странностями, выбрал Дарвина отчасти потому, что ему понравилась форма носа последнего. (Он считал, что она свидетельствовала об основательности его владельца.) Дарвин не был первой кандидатурой, но получил одобрительный кивок, когда выбыл компаньон, которому Фитцрой ранее отдал предпочтение. Для XXI века самой поразительной общей чертой обоих была их молодость. В момент отплытия Фитцрою было всего 23 года, а Дарвину только 22.

Официальным заданием Фитцроя было составить карту прибрежных вод, но его хобби — в сущности, страстным желанием — было отыскать доказательства буквального библейского истолкования сотворения мира. То, что Дарвин получил богословское образование, было

важнейшим соображением при решении Фитцроя взять его в плавание. И то, что Дарвин впоследствии не только показал себя приверженцем более широких взглядов, но и без особого рвения придерживался основных догматов христианства, стало источником длительных разногласий между ними.

Проведенные Дарвином на «Бигле» годы с 1831-го по 1836-й, безусловно, стали определяющими для всей его последующей жизни, но они же явились и годами самых тяжелых испытаний. Они жили вдвоем с капитаном в одной небольшой каюте, что не могло не быть необременительным по причине того, что у Фитцроя случались вспышки ярости, сменявшиеся периодами еле сдерживаемой злобы. Между ними возникали бесконечные ссоры, порой, как позднее вспоминал Дарвин, «доходившие до грани безумия». Даже в лучшие периоды морские путешествия зачастую наводили скуку — предыдущий капитан «Бигля» в минуту тоски от одиночества пустил себе пулю в лоб, — Фитцрой тоже вышел из семьи, известной врожденными депрессивными расстройствами. Его дядя, виконт Каслри, канцлер казначейства, за 10 лет до того перерезал себе горло. (Фитцрой совершит самоубийство таким же образом в 1865 году.) Даже пребывая в более спокойном расположении духа, Фитцрой проявлял себя крайне странно. По завершении путешествия Дарвин был поражен, узнав, что почти тут же Фитцрой женился на молодой женщине, с которой уже давно был помолвлен. За 5 лет, проведенных в компании с Дарвином, он ни разу не обмолвился о своей привязанности и даже не упомянул ее имени.

Однако во всех других отношениях путешествие на «Бигле» было триумфальным. Дарвин испытал приключения, которых хватило на всю жизнь, и собрал неистощимые запасы образцов, достаточные, чтобы прославиться и найти занятия на многие годы. Он открыл колоссальную сокровищницу древних ископаемых, включая самый превосходный из известных поныне образец мегатерия; уцелел во время страшного землетрясения в Чили; открыл новый вид дельфина (которого почтительно назвал *Delphinus fltzroi);* провел тщательное плодотворное геологическое обследование Анд; выработал новую, вызвавшую восхищение теорию образования коралловых атоллов, в которой не случайно высказывалось предположение, что на формирование атоллов потребовалось не менее миллиона лет — первый намек на его давнюю приверженность мнению о чрезвычайной древности земных процессов. В 1836 году через 5 лет и 2 дня, в возрасте 27 лет он вернулся домой. И больше ни разу не покидал Англии.

Единственное, чего не сделал Дарвин за время путешествия, так это не выдвинул теорию эволюции (или вообще какую-либо теорию). Начнем с того, что к 1830-м годам концепция эволюции имела хождение уже десятки лет. Дед самого Дарвина, Эразм, воздал должное принципам эволюции в посредственном, но не лишенном пафоса стихотворении «Храм природы» задолго до рождения Чарлза. Только по возвращении в Англию и после того, как он прочел книгу Мальтуса «Опыт о законе населения» (в которой утверждалось, что по математическим причинам производство пищи никогда не будет поспевать за ростом населения), у молодого Дарвина стала созревать мысль, что жизнь — это непрекращающаяся борьба и что одни виды процветают, а другие вымирают посредством естественного отбора. Дарвин, в частности, заметил, что все живые существа соперничают из-за средств существования, и те, у которых есть врожденные преимущества, будут преуспевать, передавая их потомкам. Таким образом, виды постоянно совершенствуются.

Кажется, что это очень простая идея — и это действительно очень простая идея, — но она объясняет великое множество вещей, и Дарвин был готов посвятить этому жизнь. «Какой же я глупец, что не додумался до этого!» — воскликнул Т. Г. Гексли, прочитав «Происхождение видов». Эта мысль с тех пор повторялась не единожды.

Интересно, что Дарвин ни в одном из своих трудов не употреблял выражение «выживание наиболее приспособленных» (хотя и выражал свое восхищение им). Выражение впервые

употребил Герберт Спенсер в «Основах биологии» в 1864 году через 5 лет после выхода в свет «Происхождения видов». До шестого издания «Происхождения» не употреблял Дарвин и термин «эволюция» (к тому времени он стал слишком широко распространенным, чтобы устоять перед поветрием), предпочитая говорить «наследование с изменениями». Также для его умозаключений никак не послужило стимулом наблюдение во время пребывания на Галапагосских островах любопытного разнообразия клювов у вьюрков. Обычно рассказывают (или, по крайней мере, так у многих отложилось в памяти), будто, переезжая с острова на остров, Дарвин заметил, что на каждом из них клювы вьюрков были удивительно приспособлены для использования местных источников пищи — на одном острове они были крепкими и короткими, хорошо справлявшимися с раскалыванием орехов, тогда как на другом клювы были длиннее и тоньше и лучше подходили для вытаскивания пищи из трещин, — и это якобы навело его на мысль, что птицы не были созданы такими, но в известном смысле создали себя сами.

Птицы действительно сами сформировали себя, но заметил это не Дарвин. Ко времени путешествия на «Бигле» он только что окончил университет, еще не был опытным натуралистом и потому не обратил внимания, что все эти галапогосские птицы принадлежали к одной разновидности. То, что птицы, которых обнаружил Дарвин, все были вьюрками с разными способностями, понял его друг, орнитолог Джон Гулд. К сожалению, Дарвин по неопытности не пометил, какие из птиц были на том или ином острове. (Подобную ошибку он допустил и с черепахами.) Потребовались годы, чтобы разобраться в этой путанице.

Из-за различных недосмотров и оплошностей и необходимости разбирать бесчисленные ящики с остальными образцами, прибывшими на «Бигле», только в 1842 году, спустя 5 лет после возвращения в Англию, Дарвин наконец взялся за первые наброски своей новой теории. За два года он довел «наброски» до 230 страниц. А затем поступил крайне необычно: отложил свои записи на полтора десятка лет и занялся другими делами. Стал отцом десятерых детей, посвятил почти 8 лет написанию исчерпывающего опуса об усоногих раках («Я ненавижу усоногого рака, как ни один человек до меня», — вздыхал он по завершении труда, и его можно понять) и стал жертвой странной болезни, которая постоянно вызывала апатию, слабость и, по его словам, «действовала на нервы». Симптомы почти всегда включали сильную тошноту и, как правило, также сильные сердцебиения, мигрень, дрожь, мелькание в глазах, одышку, головокружения и, что неудивительно, депрессию.

Причина заболевания так и не была установлена. Самое романтичное и, пожалуй, наиболее вероятное из многих предположений состоит в том, что он страдал от болезни Чагаса, мучительного тропического заболевания, которое подхватил в Южной Америке от укуса одного из видов жуков. Более прозаическое объяснение заключается в том, что его состояние носило психосоматический характер. В любом случае оно не вызывало физических страданий. Хотя часто он был не в состоянии работать более 20 минут кряду, а иногда даже меньше.

Значительная часть остального времени посвящалась все более интенсивным и безрассудным приемам лечения — купанию в ледяной воде, уксусным ваннам, обертыванию «электрическими цепями», благодаря которым он подвергался легким ударам током. Он превратился в нечто вроде отшельника, редко покидал свое имение Даун-хауз в Кенте. Поселившись в доме, он первым делом установил за окном своего кабинета зеркало, с тем чтобы можно было разглядеть, а если нужно, избежать, посетителей.

Дарвин держал свою теорию при себе, прекрасно понимая, какую бурю она вызовет. В 1844 году, в год, когдаон запер в ящик свои заметки, вышла в свет книга «Начала естественной истории сотворения мира», вызвавшая в мыслящем мире взрыв негодования, поскольку в ней высказывалось предположение, что люди, возможно, развились из менее значительных

приматов без помощи божественного творца. Предвидя взрыв гнева, автор принял меры к тому, чтобы тщательно скрыть свое имя, которое держал в тайне даже от ближайших друзей в течение сорока лет. Некоторые задавались вопросом, не является ли автором сам Дарвин. Другие подозревали принца Альберта. На самом деле автором был преуспевающий и, в общем, не отличавшийся тщеславием издатель Роберт Чемберс. Его нежелание обнаруживать себя имело наряду с личными и чисто прагматические причины: его фирма была одним из основных издателей Библии*.

--

** (Дарвин был одним из немногих, кто догадывался. Однажды он случайно оказался у Чемберса, когда тому доставили сигнальный экземпляр шестого издания «Начал». Чемберса, можно сказать, выдал интерес, с которым он просматривал правку, хотя, похоже, оба промолчали.)*

«Начала» подвергались разносу с амвонов по всей Британии и далеко за ее пределами, а также вызвали не меньшее негодование в ученых кругах. Свирепо разносил книгу журнал «Эдинбург ревью», посвятивший ей почти весь номер — 85 страниц. Даже приверженец эволюции Т. Г. Гексли подверг книгу язвительной критике, не ведая того, что автор ее был одним из его друзей. Рукопись самого Дарвина, возможно, оставалась бы под замком до его кончины, если бы не полученный в начале лета 1858 года тревожный сигнал с Дальнего Востока в виде пакета, содержавшего дружелюбное письмо молодого натуралиста по имени Альфред Рассел Уоллес с наброском статьи «О тенденции видов к неограниченному отклонению от первоначального типа», в которой коротко излагалась теория естественного отбора, поразительно сходная с тайными записями Дарвина. Даже отдельные формулировки повторяли дарвиновские. «Никогда не встречал более поразительных совпадений, — в смятении отмечал Дарвин. — Если бы Уоллес даже располагал моими рукописными набросками 1842 года, он не мог бы составить лучшего реферата».

Уоллес вошел в жизнь Дарвина не так уж неожиданно, как иногда дают понять. Оба они к тому времени уже переписывались, и Уоллес не раз великодушно посылал Дарвину образцы, представлявшие, по его мнению, интерес. В ходе этого обмена письмами Дарвин аккуратно предупреждал Уоллеса, что считает тему возникновения видов исключительно своим полем деятельности. «Этим летом пойдет двадцатый год (!) с тех пор, как я открыл первую записную книжку по вопросу о том, как и каким образом виды и разновидности дифференцируются друг от друга, — несколько раньше писал он Уоллесу. — В настоящее время я готовлю свою работу к изданию», — добавлял он, пускай даже и не собирался этого делать.

До Уоллеса не дошло, что пытался дать ему понять Дарвин — во всяком случае, он, конечно, не мог представить, насколько его собственная теория близка, можно сказать, почти идентична той, которую два десятилетия, так сказать, разрабатывал Дарвин.

Дарвин оказался в мучительном тупике. Если бы он бросился издавать свой труд, дабы сохранить приоритет, то получалось бы, что он использует в своих целях наивно доверенную ему далеким поклонником информацию. Но если бы он уступил дорогу другому, как того требовала сомнительная этика джентльмена, то утратил бы заслугу создания теории, которую выдвинул совершенно независимо. Теория Уоллеса, как он признавал сам, была результатом внезапного озарения; тогда как теория Дарвина была плодом многолетних обстоятельных, кропотливых, систематичных размышлений. Все это было чудовищно несправедливо.

Положение усугублялось тем, что его самый младший сын, тоже Чарлз, подхватил скарлатину и был серьезно болен. В самый критический момент, 28 июня, ребенок умер. Несмотря на тревоги и заботы в связи с болезнью сына, Дарвин нашел время черкнуть письма

своим друзьям Чарлзу Лайелю и Джозефу Хукеру, в которых выражал готовность уступить, но отмечал, что тем самым все его труды, «чего бы они ни стоили, пойдут насмарку». Лайель с Хукером выступили с компромиссным решением — представить изложение идей Дарвина и Уоллеса одновременно. Местом рассмотрения, на котором остановились, было собрание Линнеевского общества, которое в то время изо всех сил старалось вернуть себе видное место в науке. 1 июля 1858 года теория Дарвина и Уоллеса была представлена миру. Дарвин на собрании не присутствовал. В этот день они с женой хоронили сына.

Представление тезисов Дарвина — Уоллеса было в тот вечер одним из семи вопросов повестки дня наряду, например, с сообщением о флоре Анголы, и если даже 30 или около того участников собрания догадывались, что присутствуют на кульминационном научном событии века, они не подали вида. Не было никакого обсуждения. Не привлекло это событие большого внимания и в других местах. Позднее Дарвин в шутку замечал, что лишь один человек, некий профессор Хотон из Дублина, упомянул в печати об обоих трудах и пришел к заключению, что «все новое в них ложно, а все верное устарело».

Уоллес все еще был далеко на Востоке и узнал об этом повороте событий значительно позже, но принял известие на удивление спокойно и, казалось, был доволен, что его вообще заметили. Он даже в дальнейшем всегда называл эту теорию *дарвинизмом*.

Куда менее сговорчивым в отношении приоритета Дарвина оказался шотландский садовник Патрик Мэтью, который, что довольно удивительно, тоже изложил основы естественного отбора двадцатью годами ранее — фактически в тот год, когда Дарвин отправился в плавание на «Бигле». К сожалению, Мэтью высказал эти суждения в книге, озаглавленной «Корабельный лес и разведение древесных пород», которая осталась незамеченной не только Дарвином, но и во всем мире. Мэтью затеял скандал, направив насмешливое письмо в газету «Гарднерз кроникл», в котором выставил Дарвина принимающим отовсюду похвалу за идею, которая на самом деле ему не принадлежит. Дарвин без задержки принес извинения, хотя для общего сведения отметил: «Думаю, что никого не удивит, что ни я, и, видимо, никто из натуралистов не слыхал о суждениях господина Мэтью, поскольку они были изложены в приложении к труду о корабельном лесе и лесоводстве».

Уоллес еще полсотни лет продолжал деятельность как естествоиспытатель и философ, временами довольно неплохо, но все больше терял расположение ученых из-за сомнительного увлечения такими вещами, как спиритизм и гипотезы о существовании жизни в других областях Вселенной. Так что теория, в основном за отсутствием других претендентов, стала теорией одного Дарвина.

После ее оглашения Дарвина не оставляли угрызения совести. Он называл себя «служителем дьявола», говорил, что, раскрывая содержание теории, он испытывал ощущение, «словно признается в убийстве». Кроме всего прочего, он понимал, какую боль причиняет своей любимой набожной жене. Но при всем том он сразу взялся за расширение рукописи до размеров книги. Он временно назвал ее «Краткий очерк происхождения видов и разновидностей через естественный отбор» — заголовок настолько сухой и условный, что издатель, Джон Мюррей, решил напечатать всего 500 экземпляров. Но, получив рукопись с чуть более привлекающим внимание заглавием, Мюррей передумал и увеличил тираж до 1250 экземпляров.

«Происхождение видов» сразу получило коммерческий успех, но не похвалы у критиков. Теория Дарвина сталкивалась с двумя неустранимыми трудностями. Она требовала значительно больше времени, чем был готов допустить лорд Кельвин, и почти не подкреплялась свидетельствами в виде находок ископаемых. Где, спрашивали более вдумчивые критики Дарвина, переходные формы, которых так явно требует теория? Если новые виды непрерывно эволюционировали, тогда среди ископаемых должно быть разбросано множество

промежуточных форм, однако их нет*.

--

** (По случайности в 1861 году, в самый разгар споров, такое свидетельство появилось — рабочие нашли в Баварии кости древнего археоптерикса, существа на полпути между птицей и динозавром. (У него были перья, а также зубы.) Это была впечатляющая и полезная находка, ее значение широко обсуждалось, но единичное открытие вряд ли могло считаться убедительным.)*

Фактически имевшиеся тогда находки (как и много времени спустя) не обнаруживали никаких признаков жизни вплоть до момента знаменитого кембрийского взрыва.

Но тут Дарвин безо всяких доказательств настаивал, что древние моря кишели живыми существами и что мы пока еще их не нашли, просто потому что по каким-то причинам они не сохранились. Иначе и быть не могло, утверждал Дарвин. «В настоящее время вопрос вынужденно остается необъяснимым и может по праву быть использован в качестве аргумента против излагаемых здесь взглядов», — со всей откровенностью признавал он, однако отказывался допустить противоположную возможность. В качестве объяснения он высказывал предположение — находчиво, но ошибочно, — что, возможно, докембрийские моря были слишком чистые, чтобы создавать отложения, и потому в них не сохранилось ископаемых остатков.

Даже ближайшие друзья Дарвина были обеспокоены беспечной необдуманностью некоторых его утверждений. Адам Седжвик, который учил Дарвина в Кембридже и брал его на геологические изыскания в Уэльсе в 1831 году, говорил, что книга доставила ему «больше огорчений, чем удовольствия». Знаменитый швейцарский палеонтолог Луи Агассиз отверг ее содержание, назвав его жалкими догадками. Даже Лайель мрачно заметил: «Дарвин заходит слишком далеко».

Т. Г. Гексли претили настойчивые утверждения Дарвина об огромных сроках геологического времени, поскольку сам Гексли принадлежал к сальтационистам, то есть придерживался взглядов, что эволюционные изменения происходят не постепенно, а сразу, внезапно. Сальтационисты (от латинского слова, означающего «прыжок») не соглашались с тем, что сложные органы могли каким-то образом развиться постепенно. В конце концов, что хорошего в одной десятой крыла или половине глаза? Такие органы, считали они, имели смысл, только если появлялись в законченном виде.

Это убеждение было несколько удивительным для такой радикальной личности, как Гексли, потому что оно очень напоминало крайне консервативное религиозное представление, впервые выдвинутое в 1802 году английским теологом Уильямом Пэйли и известное как телеологический довод. Пэйли утверждал, что если вы нашли на земле карманные часы, то, даже никогда прежде не видав такого предмета, сразу поймете, что он создан мыслящим существом. То же самое, считал он, и с природой: ее сложность служит доказательством творческого замысла. Этот аргумент в девятнадцатом веке пользовался огромным влиянием и причинял Дарвину много неприятностей. «От этого глаза меня по сей день бросает в холодный пот», — признавался он в одном из писем к другу. В «Происхождении видов» он признавал, что «кажется, сознаюсь в этом откровенно, в высшей степени нелепым», чтобы такой орган мог быть выработан постепенно, естественным отбором.

Но и при этом к непрекращающемуся недовольству его сторонников Дарвин не только настаивал, что все изменения были постепенными, но почти в каждом новом издании «Происхождения видов» увеличивал количество времени, необходимого, по его мнению, для эволюционного развития, отчего его идеи все больше теряли поддержку. «В конечном счете, —

пишет историк Джеффри Шварц,[328] — Дарвин утратил практически всю еще остававшуюся поддержку своих коллег — естествоиспытателей и геологов».

По иронии судьбы, учитывая, что Дарвин назвал свою книгу «Происхождение видов», единственное, что он не смог объяснить, так это как произошли виды. Теория Дарвина предполагала механизм, благодаря которому вид может стать более сильным, здоровым, стойким — словом, более приспособленным, — но в ней не было никаких указаний на то, как он может породить новый вид. Один шотландский механик, Флиминг Дженкин,[329] раздумывая над проблемой, отметил в доводах Дарвина важный изъян. Дарвин считал, что сколько-нибудь полезная особенность, появившаяся в одном поколении, будет передаваться последующим поколениям, тем самым укрепляя вид. Дженкин же указывал, что благоприятная особенность одного из родителей не станет доминирующей в последующих поколениях, а фактически в результате смешения будет ослаблена. Если плеснуть виски в стакан с водой, виски от этого станет не крепче, а наоборот, слабее. А если налить эту смесь еще в один стакан с водой, напиток станет еще слабее. Подобным же образом любая благоприятная особенность, переданная одним из родителей, последовательно ослабевала бы при дальнейших спариваниях, пока совсем не переставала бы обнаруживаться. Таким образом, теория Дарвина была секретом не изменчивости, а устойчивости. Счастливые случайности могли возникать время от времени, но скоро растворялись бы под воздействием общей тенденции к возвращению в состояние устойчивой заурядности. Для естественного отбора требовался альтернативный, не принятый во внимание механизм.

За 1200 км от Англии, в тихом углу Центральной Европы к решению этой проблемы приближался неизвестный Дарвину, да и никому другому скромный монах Грегор Мендель.

Мендель родился в 1822 году в простой деревенской семье на задворках Австрийской империи, отошедших ныне Чешской республике. Когда-то в школьных учебниках его изображали простым, но наблюдательным монахом-провинциалом, чьи открытия в значительной мере были делом случая — следствием подмеченных им интересных наследственных особенностей во время ковыряния в грядках гороха на монастырском огороде. На самом деле Мендель был образованным ученым — он изучал физику и математику в Философском институте Ольмюца[330] и Венском университете — и ко всему, чем занимался, относился как ученый. Кроме того, монастырь в Брно, где Мендель проживал с 1843 года, был известен как научное учреждение. Он располагал библиотекой в 20 тысяч томов и издавна славился тщательностью научных исследований.

Прежде чем начинать опыты, Мендель 2 года подготавливал контрольные образцы, чтобы быть уверенным в чистоте 7 сортов гороха. После этого при участии двух постоянных помощников он многократно выращивал и скрещивал гибриды 30 тысяч растений гороха. Это была тонкая работа, требовавшая от троих экспериментаторов неимоверных усилий, дабы избегать случайных перекрестных опылений и отмечать каждое незначительное отклонение в развитии и внешнем виде семян, стручков, листьев, стеблей и цветков. Мендель хорошо знал, что он делает.

Он никогда не применял слово «ген» — этот термин впервые появляется только в 1913 году, в одном английском медицинском словаре, — хотя ввел в оборот термины «доминантный» и «рецессивный». Он установил, что каждое семя содержит два «фактора» или, как он их называл, «элемента» — доминантный и рецессивный — и сочетание этих факторов дает предсказуемые схемы наследственности.

Результаты опытов он преобразовал в точные математические формулы. Всего на эти эксперименты у Менделя ушло 8 лет, затем он подтвердил результаты аналогичными

экспериментами с цветами, зерновыми и другими растениями. Подход Менделя был даже слишком научным, потому что, когда в 1865 году он представил свои выводы на февральском и мартовском собраниях Брненского общества естественной истории, аудитория примерно из сорока человек любезно, но явно равнодушно выслушала сообщение, хотя для многих членов общества растениеводство представляло значительный практический интерес.

Когдадоклад Менделя был опубликован, он поспешил послать экземпляр известному швейцарскому ботанику Карлу-Вильгельму фон Нёгели,[331] чья поддержка имела определенное значение для будущего теории. К сожалению, Нёгели не оценил значения открытия Менделя. Он предложил Менделю поработать над селекцией лекарственной травы ястребинки. Мендель послушался, но скоро понял, что ястребинка не обладает признаками, необходимыми для изучения наследственности. Было ясно, что Нёгели невнимательно подошел к докладу или вообще его не читал. Разочаровавшись, Мендель отошел от изучения наследственности и остаток жизни посвятил выращиванию диковинных овощей, изучению пчел, мышей и, среди прочего, пятен на Солнце. В конечном счете он стал аббатом.

Но открытия Менделя не были так уж совсем оставлены без внимания, как иногда полагают. Его труд удостоился восторженной статьи в «Британской энциклопедии» — в то время более влиятельной в собрании научной мысли, чем теперь, — и на него неоднократно ссылался в своей важной работе немец Вильгельм Олберс Фокке.[332] Именно потому, что идеи Менделя никогда полностью не погружались ниже ватерлинии научной мысли, они так легко возродились, когда мир стал готов их принять.

Не ведая того, Дарвин и Мендель, вместе взятые, заложили фундамент всех наук о жизни XX века. Дарвин выяснил, что все живые существа имеют родственные связи, что в конечном счете они «ведут свою родословную от одного общего предка»; труд же Менделя показал механизм того, как это могло происходить. Оба вполне могли бы помочь друг другу. У Менделя было немецкое издание «Происхождения видов», известно, что он его читал, так что, должно быть, осознавал применимость своего труда к работам Дарвина, тем не менее похоже, что он не делал попыток связаться с автором. Известно, что и Дарвин в свою очередь изучал влиятельный труд Фокке, содержавший многочисленные ссылки на работы Менделя, но не увязал их с собственными исследованиями.

Все думают, что в рассуждениях Дарвина заметное место занимает тезис о том, что люди произошли от обезьян. Этого там вовсе нет, разве что одно упоминание вскользь. Но даже при этом не требовалось большого озарения, чтобы сделать из теории Дарвина выводы о развитии человека. Они-то и стали сразу темой для обсуждения.

Открытая проба сил произошла в субботу, 30 июня 1860 года, на собрании Британской ассоциации содействия развитию науки в Оксфорде. Роберт Чемберс, автор «Начал естественной истории сотворения мира», уговорил присутствовать на собрании Гексли, хотя тот все еще не знал о причастности Чемберса к этой вызвавшей споры книге. Дарвин, как всегда, отсутствовал. Собрание проходило в Оксфордском зоологическом музее. В конференц-зал набилось более тысячи человек, сотни не смогли войти. Люди знали, что должно произойти что-то важное, хотя поначалу им пришлось выслушать Джона Уильяма Дрейпера из Нью-Йоркского университета, на протяжении двух часов упорно пробиравшегося сквозь усыпляющие вступительные замечания «О положении в интеллектуальном мире Европы в связи с воззрениями господина Дарвина».

В заключение на кафедру поднялся епископ Оксфордский Сэмюэль Уилберфорс. Уилберфорса (как принято считать) кратко проинструктировал ярый антидарвинист Ричард Оуэн, побывавший у него дома накануне вечером. Как почти всегда бывает в случае бурно заканчивающихся событий, описания того, что именно случилось, сильно расходятся. По

наиболее распространенной версии, Уилберфорс по ходу речи, сухо улыбнувшись, обернулся к Гексли и потребовал ответить, по какой линии тот претендует на родство с обезьяной — по линии бабки или по линии деда. Замечание, несомненно, подразумевалось как язвительная насмешка, но было воспринято как холодный вызов. По утверждению самого Гексли, он повернулся к соседу и прошептал: «Сам Господь отдает его в мои руки», а затем, предвкушая удовольствие, поднялся с места.

Правда, были и другие, кто вспоминал, что Гексли дрожал от ярости и негодования. Во всяком случае, Гексли заявил, что скорее претендовал бы на родство с обезьяной, нежели с такими, кто, пользуясь высоким церковным титулом, несет на серьезном научном форуме несусветно безграмотную чушь. Такая отповедь была неслыханной дерзостью и к тому же оскорбляла высокий сан Уилберфорса; заседание завершилось полнейшим хаосом. Некая леди Брюстер упала в обморок. Роберт Фитцрой, бывший компаньоном Дарвина двадцать пять лет назад на «Бигле», воздев к небу руки со Священным Писанием и с криками «Библия, Библия!» метался по залу. (Он должен был в качестве главы недавно созданного Метеорологического департамента представить на конференции доклад об ураганах.) Интересно, что впоследствии каждая из сторон утверждала, что наголову разгромила другую.

В дальнейшем Дарвин недвусмысленно высказался о своем убеждении касательно нашего родства с приматами в опубликованном в 1871 году труде «Происхождение человека». Вывод был смелым, поскольку ничто среди найденных ископаемых останков не подтверждало такую точку зрения. Единственными известными останками древнего человека были кости неандертальца из Германии да несколько сомнительных фрагментов челюстных костей, причем многие пользовавшиеся уважением авторитеты отказывались даже верить в их древность. В общем, книга «Происхождение человека» была более спорной, чем «Происхождение видов», но ко времени ее выхода в свет мир стал менее возбудимым и доводы ученого вызвали значительно меньше волнений.

Однако к концу жизни Дарвин большей частью занимался другими делами, которые, как правило, лишь вскользь касались вопросов естественного отбора. Долгое время он копался в птичьем помете, внимательно разглядывал его содержание, пытаясь понять, каким образом семена разносятся по материкам, и еще много лет изучал поведение червей. В одном из экспериментов он играл для них на пианино — не для их развлечения, а чтобы изучить воздействие на них звука и вибрации. Он первым осознал важнейшее значение червей для плодородия почвы. «Можно не сомневаться, что найдется мало других животных, которые сыграли бы такую важную роль в истории мира», — отмечал он в мастерски написанном труде на эту тему «Формирование перегноя под воздействием червей» (1881), который по существу превзошел по популярности «Происхождение видов». Среди других его книг были «О различных ухищрениях, благодаря которым британские и зарубежные орхидеи опыляются насекомыми» (1862), «Выражения чувств животными и человеком» (1872), которая в первый же день разошлась тиражом почти в 5300 экземпляров, «Результаты перекрестного и самоопыления в царстве растений» (1876) — предмет, невероятно близкий трудам Менделя, но по значению не идущий в сравнение с ними, и «Сила движения в растениях». И, наконец, последнее по счету, но не по значению: он посвятил много усилий изучению последствий инбридинга — вопросу, представлявшему для него личный интерес. Будучи женатым на кузине, Дарвин с грустью догадывался, что причиной отдельных физических и умственных дефектов у его детей было недостаточно разветвленное генеалогическое древо.

За свою жизнь Дарвин часто удостаивался почестей, но ни разу за «Происхождение видов» и «Происхождение человека». Королевское общество присудило ему престижную медаль Копли, но не за эволюционные теории, а за труды в области геологии, зоологии и ботаники, а

Линнеевское общество подобным же образом с удовольствием воздавало почести Дарвину, не принимая его радикальные воззрения. Его никогда не возводили в рыцарское достоинство, хотя похоронили в Вестминстерском аббатстве, рядом с Ньютоном. Умер он в Дауне в апреле 1882 года. Мендель скончался двумя годами позже.

Теория Дарвина, по существу, получила широкое признание лишь в 1930—1940-х годах, с развитием усовершенствованной теории, названной несколько высокопарно новым синтезом, сочетавшей идеи Дарвина с идеями Менделя и других.[333] К Менделю признание тоже пришло посмертно, хотя и наступило несколько раньше. В 1900 году трое работавших независимо друг от друга европейских ученых более или менее одновременно вновь повторили открытие Менделя. И лишь из-за того, что один из них, голландец по имени Гуго де Фриз, похоже, вознамерился приписать открытия Менделя себе, один из его соперников поднял шум, заявив, что в действительности заслуга принадлежит забытому монаху.

Мир был почти — но еще не совсем — готов начать понимать, как мы здесь оказались, как мы создавали друг друга. Трудно представить, что в начале XX века и даже позже лучшие ученые умы на свете, по существу, были не в состоянии более или менее внятно объяснить, откуда берутся дети. А между тем, как вы, возможно, помните, они считали, что наука почти исчерпала себя.

26
МАТЕРИЯ ЖИЗНИ

Если бы оба ваши родителя не вступили в связь именно в тот момент — возможно, в пределах секунды, даже наносекунды, — вас бы здесь не было. И если бы их родители не вступили в связь точно вовремя, вас тоже бы не было. Если бы не получилось подобным же образом и у родителей этих родителей и у тех, которые были до того, и так далее до бесконечности, то вас бы на этом свете не было.

Продвигайтесь сквозь время в обратном направлении, и эти обязательства перед предками будут возрастать. Вернитесь назад всего на восемь поколений, примерно во время, когда родились Чарлз Дарвин и Авраам Линкольн, и вы уже насчитаете более 250 человек, от своевременных совокуплений которых зависит ваше существование. Двигайтесь дальше, во времена Шекспира и первых переселенцев в Америку, и у вас будет не менее 16 384 предков, ревностно обменивавшихся генетическим материалом таким образом, что в результате, в конечном счете, чудесным образом появились вы.

Двадцать поколений назад количество лиц, производивших потомство ради вас, возрастает до 1 048 576 человек. Еще пять поколений до этого — и получаем 33 554 432 мужчин и женщин, от чьих любовных игр зависит ваше существование. К тридцати поколениям назад общее количество предков — имейте в виду, это не кузены, тетушки и другие второстепенные родственники, а только родители и родители родителей в родословной, неотвратимо ведущей к вам, — превышает миллиард (если точно, 1 073 741 824). Если дойдёте до 64 поколений, до времен римлян, число людей, от чьих совместных усилий в конечном счете зависит ваше существование, возрастает до 18 миллионов триллионов, что в несколько миллиардов раз превышает общее количество людей, когда-либо живших на свете.

Очевидно, с нашей математикой что-то не так. Ответ, если вам интересно узнать, заключается в том, что ваша родословная не является чистой. Вас бы не было, не будь некоторой доли кровосмешения — в действительности довольно значительной, хотя на генетически благоразумном отдалении. При таком множестве миллионов предков неизбежно наблюдалось обилие случаев, когда какой-нибудь родственник по вашей материнской линии произвел потомство в паре с отдаленной кузиной, числившейся по отцовской линии. Фактически, если вы со своим партнером или партнершей одной расы и жители одной страны, у вас отличные шансы быть в той или иной степени родственниками. Вообще-то если вы оглянетесь вокруг в автобусе, парке, кафе или другом людном месте, *большинство* окружающих вас людей, по всей вероятности, являются родственниками. Если кто-нибудь похвастается, что он потомок Шекспира или Вильгельма Завоевателя, отвечайте не задумываясь: «Я тоже!» В самом буквальном, самом прямом смысле все мы — одна семья.

Мы также поразительно похожи. Сравните свои гены с генами любого другого человека, и в среднем они будут примерно на 99,9 % одинаковыми. Это то, что делает нас видом. Незначительные отличия в остающейся 0,1 % — «приблизительно одно нуклеотидное основание на тысячу», по оценке недавно удостоенного Нобелевской премии британского генетика Джона Салстона, — это то, что наделяет нас индивидуальностью. За последние годы много сделано для сбора по кусочкам полного генома человека. На самом деле такой вещи, как четко определенный геном человека, не существует. У всех людей геномы разные. Иначе все мы ничем не отличались бы друг от друга.[334] Именно бесчисленные рекомбинации наших геномов — каждый почти идентичен всем остальным, но не совсем — делают нас такими, какие мы есть, и как личности, и как вид.

Но что это за штука, которую мы называем *геномом*? И что, собственно говоря, такое гены? Хорошо, начнем снова с клетки. Внутри каждой клетки находится ядро, а внутри каждого ядра имеются хромосомы — 46 спутанных пучков, из которых 23 достались вам от матери и 23 от отца. За очень редкими исключениями каждая клетка вашего организма — скажем, 99,999 % — содержит один и тот же набор хромосом. (Исключением являются красные кровяные тельца, некоторые клетки иммунной системы, а также яйцеклетки и мужские половые клетки, которые по различным причинам строения несут неполный генетический набор.) Хромосомы содержат полный набор инструкций, необходимых для создания вас и поддержания вашего существования. Они сделаны из длинных нитей крошечного чуда химии, называемого *дезоксирибонуклеиновой кислотой*, или ***ДНК*,** — как говорят, «самой удивительной молекулы на Земле».

ДНК существует только ради одного — создавать еще больше ДНК, — и внутри вас их великое множество: почти во все клетки их втиснуто почти по 2 метра.[335] Каждая нить ДНК содержит 3,2 млрд знаков кодирования, достаточно, чтобы обеспечить $10^{1900000000}$ возможных комбинаций, что, по словам Кристиана де Дюва, «гарантирует уникальность во всех мыслимых ситуациях». Это огромное количество возможностей — их число выражается единицей с 2 млрд нулей. «Чтобы напечатать это число, потребуется более 5 тысяч томов среднего формата», — замечает де Дюв. Поглядите на себя в зеркало, поразмыслите над тем, что перед вами 10 тысяч трлн клеток,[336] почти каждая из которых содержит 2 метра плотно упакованной ДНК, и тогда до вас начнет доходить, сколько этого добра вы носите с собой. Если все ваши ДНК спрясть в одну тонкую нить, ее будет достаточно, чтобы протянуть от Земли до Луны и обратно, причем не раз и не два, а множество раз. Всего же, согласно подсчетам, внутри вас уложено ни много ни мало как 20 трлн км ДНК.[337]

Короче говоря, ваш организм очень любит вырабатывать ДНК, без нее вы не смогли бы жить. Но сама ДНК не живая. Все молекулы неживые, но у ДНК это особенно выражено. По словам генетика Ричарда Левонтина,[338] она «относится к числу самых химически инертных молекул живого мира». Потому-то при расследовании убийств ее можно извлечь из давно высохшей крови или спермы или же при определенном терпении добыть из костей древнего неандертальца. Этим также объясняется, почему ученым потребовалось так много времени, чтобы разгадать, каким образом столь интригующе пассивное — другими словами, безжизненное — вещество может находиться в самой сердцевине жизни.

О существовании ДНК известно дольше, чем вы могли бы подумать. Ее открыл еще в 1869 году швейцарский ученый, работавший в Тюбингенском университете в Германии, Иоганн Фридрих Мишер. Разглядывая под микроскопом гной на перевязочном материале, Мишер обнаружил неизвестное ему вещество, назвав его нуклеином (потому что оно находилось в ядрах клеток). В то время Мишер всего лишь отметил его существование, но нуклеин явно оставался в его памяти, потому что двадцать 3 года спустя в письме своему дяде он поднял вопрос о возможности того, что такие молекулы могли бы стоять за механизмом наследственности. Это было поразительное озарение, но настолько обогнавшее научные потребности времени, что предположение не привлекло ни малейшего внимания.

Большую часть первой половины следующего столетия предположение сводилось к тому, что это вещество — теперь называвшееся *дезоксирибонуклеиновой кислотой*, или *ДНК*, — играло в вопросах наследственности самую второстепенную роль. Она была слишком простой, имела всего четыре основных ингредиента, названных нуклеотидами, все равно что алфавит из четырех букв. Как можно было изложить историю жизни посредством такого зачаточного алфавита? (Ответ состоит в том, что это во многом напоминает составление сложных сообщений в виде

точек и тире азбуки Морзе — путем их комбинирования.) Можно сказать, ДНК была не у дел. Просто торчала в ядре, возможно, каким-нибудь образом связывала хромосому, или немного увеличивала по сигналу кислотность среды, или выполняла какую-то другую пустячную задачу, о которой пока никто не думал. Считалось, что необходимой сложностью обладают только находящиеся в ядре белки.

Но списывание со счетов ДНК порождало пару проблем. Во-первых, ее было так много — почти по 2 метра в каждом ядре, — что клетки явно придавали ей большое значение. Ко всему прочему, она, словно подозреваемый в неразгаданном убийстве, неизменно обнаруживалась в экспериментах, особенно в двух исследованиях: одном, связанном с пневмонококковой бактерией, и другом, где изучались бактериофаги (вирусы, заражающие бактерии). Тем самым ДНК невольно обнаруживала свое значение, которое можно было объяснить только тем, что она играет более существенную роль, чем позволяло считать господствовавшее мнение. Факты подсказывали, что ДНК каким-то образом вовлечена в создание белков — важнейший для жизни процесс, но было также ясно, что белки создаются *вне* ядра, на порядочном расстоянии от ДНК, которая предположительно управляет их сборкой.

Никто был не в состоянии понять, каким образом ДНК вообще могла передавать сообщения белкам. Ответом, как теперь мы знаем, является ***РНК***, или *рибонуклеиновая кислота*, служащая между ними переводчиком. Это удивительная странность биологии: ДНК и белки не говорят на одном языке. Почти четыре миллиарда лет они служат выдающимся примером двустороннего взаимодействия в живом мире, и тем не менее они отзываются на несовместимые коды, как если бы одна сторона говорила на испанском, а другая на хинди. Для общения они нуждаются в медиаторе в виде РНК. Работая совместно с химическим секретарем, называемым рибосомой, РНК переводит информацию клеточной ДНК на язык белков.[339]

Однако к началу 1900-х годов, откуда возобновляется наш рассказ, мы были очень далеки от понимания этого и, в сущности, почти от всего остального, связанного с запутанным вопросом наследственности.

Ясно, что возникла необходимость во вдохновенном и умном экспериментировании, и, к счастью, время выдвинуло молодого ученого, обладавшего необходимыми качествами. Его звали Томас Хант Морган. В 1904 году, через четыре года после своевременного переоткрытия результатов экспериментов Менделя с горохом и почти за 10 лет до появления слова «ген», он целиком отдался исследованию хромосом.

Хромосомы были случайно открыты в 1888 году[340] и получили такое название потому, что легко впитывали красители и тем самым были хорошо видны под микроскопом. К концу столетия появились обоснованные предположения, что они принимают участие в передаче наследуемых свойств, однако никто не знал, каким образом, да и действительно ли это так.

Объектом изучения Морган избрал дрозофилу, маленькую нежную плодовую мушку, официально называемую *Drosophila melanogaster.* Дрозофила известна большинству из нас как хрупкое бесцветное насекомое, которое, кажется, так и тянет утонуть в нашей выпивке. Как лабораторный материал они обладали определенными, довольно важными преимуществами: их почти ничего не стоило содержать и кормить, можно было размножать миллионами в молочных бутылках, от зарождения до половой зрелости им требовалось десять дней или меньше, и у них было всего четыре хромосомы, что заметно упрощало дело.

Работая в маленькой лаборатории (получившей известность как Fly Room — «мушиная комната») в корпусе им. Шермерхорна Колумбийского университета в Нью-Йорке, Морган со своей группой принялся за программу методичного разведения и скрещивания миллионов мушек (один биограф называет миллиарды, хотя это, вероятно, преувеличение), каждую из

которых нужно было брать пинцетом и через ювелирную лупу изучать малейшие изменения в наследственности. Шесть лет они пытались вызывать мутации всеми способами, какие только приходили в голову — подвергали мушек радиоактивному и рентгеновскому облучению,[341] выращивали на ярком свету и в темноте, слегка поджаривали в термостатах, бешено крутили в центрифугах, — но ничто не действовало. Морган уже готовился было бросить это занятие, когда вдруг неожиданно появилась воспроизводимая мутация — мушка с белыми, а не красными, как обычно, глазами. После этого успеха Морган со своими ассистентами получили возможность вызывать полезные уродства, позволяющие проследить новое свойство в последующих поколениях.[342] Таким путем они смогли определить взаимосвязь между конкретными признаками мушек и отдельными хромосомами и в конечном счете более или менее убедительно доказать, что в основе наследственности лежат хромосомы.

Проблема, однако, оставалась на следующем уровне биологического лабиринта: загадочные гены и составляющая их ДНК. Выделить их и разобраться в них было куда более хитрым делом. Даже в 1933 году, когда Морган за свои труды удостоился Нобелевской премии, многие исследователи все еще не были убеждены даже в существовании генов. Как заметил в то время Морган, не было согласия «о том, что такое гены — нечто реально существующее или же чистый вымысел». Может показаться удивительным, что ученым приходилось бороться за признание физического существования чего-то важного для жизнедеятельности клетки, но, как пишут Уоллес, Кинг и Сэндерс в книге «Биология: Наука о жизни» (редчайшая вещь: приятный для чтения учебник), сегодня мы во многом в таком же положении относительно умственных процессов, таких как мысль и память. Разумеется, мы знаем, что они у нас есть, однако не знаем, в какую физическую форму они облечены, если такая форма вообще есть. Так очень долго было с генами. Мысль, что можно выдернуть один из них из вашего тела и забрать с собой для исследования, многим коллегам Моргана казалась такой же нелепой, как и мысль, что сегодня ученые могли бы взять первую попавшуюся мысль и исследовать ее под микроскопом.

Вполне достоверно было известно лишь то, что существует *нечто,* связанное с хромосомами, что управляло самовоспроизведением клеток. Наконец в 1944 году после пятнадцатилетних усилий группа ученых Рокфеллеровского института на Манхэттене во главе с блестящим, но нерешительным канадцем Освальдом Эвери успешно провела крайне сложный эксперимент, в ходе которого безвредный штамм бактерий был превращен в устойчиво заразный путем переноса чужой ДНК. Тем самым было доказано, что ДНК — это нечто большее, нежели пассивная молекула, и почти определенно она является активным фактором наследственности. Позднее биохимик Эрвин Чаргафф, уроженец Австрии, совершенно серьезно высказывался в том смысле, что открытие Эвери заслуживало двух Нобелевских премий.

К сожалению, против Эвери выступил один из его собственных коллег по институту, Альфред Мирски, упрямый, с тяжелым характером, приверженец идеи белка, сделавший все, что было в его силах, для дискредитации труда Эвери, включая, как говорили, давление на руководство Королевского института в Стокгольме, чтобы Эвери не присуждали Нобелевской премии. Эвери к тому времени было 66 лет, и он устал. Не в силах терпеть стрессы и споры, он оставил свой пост и больше не возвращался в лабораторию. Однако эксперименты в других местах безоговорочно подтвердили его выводы, и скоро началась гонка в поисках строения ДНК.

Если бы вы были любителем держать пари в начале 1950-х годов, то почти наверняка поставили бы на то, что ключ к структуре ДНК подберет выдающийся американский химик Лайнус Полинг из Калифорнийского технологического института. Полингу не было равных в определении строения молекул, он был пионером в области рентгеновской кристаллографии, техники, которая окажется решающей, когда потребуется заглянуть в сердцевину ДНК. За свою блистательную карьеру он удостоится двух Нобелевских премий (за достижения в области

химии в 1954 году и премии мира в 1962 году), но что касается ДНК, он был убежден, что ее структура представляет собой не двойную, а тройную спираль, и так и не пошел по верному следу. Вместо него победа неожиданно досталась четверке ученых из Англии, которые не работали вместе, мало общались и большей частью были новичками в данной области.

Из этих четверых обычному представлению об ученом более всего соответствовал Морис Уилкинс, который значительную часть Второй мировой войны участвовал в создании атомной бомбы. Двое других, Розалинд Франклин и Фрэнсис Крик, выполняли правительственные задания — Крик занимался минами, Франклин работала в области добычи угля.

Самым необычным из всей четверки был Джеймс Уотсон, американский вундеркинд, который еще в детстве получил известность как участник очень популярной радиовикторины *The Quiz Kids* (и таким образом хотя бы отчасти явился прототипом героев «Франни и Зуи» и других книг Дж. Д. Сэлинджера) и в возрасте всего 15 лет поступил в Чикагский университет. В 22 года получил степень доктора философии и теперь работал в знаменитой Кавендишской лаборатории в Кембридже. В 1951 году он был неуклюжим 23-летним малым с поразительно живописной шевелюрой — впечатление такое, словно волосы притягивал расположенный за рамкой фотографии мощный магнит.

Крик был на 12 лет старше и еще без докторской степени, менее косматый и чуть небрежнее в одежде. Уотсон описывал его хвастливым, шумным, горячим спорщиком, нетерпеливым в разговоре с медлительным собеседником и постоянно куда-то спешившим. Ни у того, ни у другого не было специальной подготовки в области биохимии.

Они предположили — как оказалось, правильно, — что если определить форму молекулы ДНК, то можно было бы понять, как она делает свое дело. Они, казалось, надеялись достичь этого, работая как можно меньше, кроме как головой, и не делая ничего, кроме самого необходимого. Как игриво (хотя и чуть неискренне) заметил в своей автобиографической книге «Двойная спираль» Уотсон, «я надеялся, что загадку гена можно было распутать и без того, чтобы изучать химию». По существу, им никто не поручал работать с ДНК, а одно время было приказано прекратить эту работу. Уотсон вроде бы осваивал искусство кристаллографии; Крик, считалось, завершал диссертацию о дифракции рентгеновских лучей в крупных молекулах.

Хотя почти все заслуги в решении загадки ДНК в популярных описаниях отводятся Крику и Уотсону, их успех в решающей степени зависел от экспериментальных работ их конкурентов, результаты которых, по тактичному выражению историка Лайзы Жарден,[343] были добыты «по счастливой случайности». Крика и Уотсона далеко обогнали, по крайней мере, вначале, двое научных сотрудников из Королевского колледжа в Лондоне, Уилкинс и Франклин.

Уроженец Новой Зеландии Уилкинс был крайне застенчив и скромен. В 1998 году в передаче американской общественной телекомпании Пи-би-эс об открытии структуры ДНК — блестящем достижении, за которое он разделил в 1962 году с Криком и Уотсоном Нобелевскую премию, — ухитрились полностью обойти его вниманием.

Самой загадочной фигурой из всех них была Франклин. Далеко не лестно изображая ее в «Двойной спирали», Уотсон характеризует Франклин как недалекую, замкнутую, необщительную от природы женщину и — что, кажется, особенно раздражало его — чуть ли не вызывающе непривлекательную. Он допускал, что она «была недурна собой и могла бы выглядеть довольно шикарно, прояви она каплю интереса к одежде», но здесь она не оправдывала никаких надежд. Она даже не пользовалась губной помадой, удивлялся он, хотя в одежде «полностью демонстрировала вкус, присущий английским инфантильным "синим чулкам"»*.

--

** (В 1968 году издательство «Гарвард юниверсити пресс» отказалось печатать «Двойную*

спираль», после того как Крик и Уилкинс высказали недовольство характеристиками упоминавшихся там лиц, которые Лайза Жарден назвала «необоснованно оскорбительными». Цитируемые выше описания приводятся в выражениях, употреблявшихся Уотсоном после того, как он смягчил свои замечания.)

Однако у нее были действительно самые лучшие из имевшихся изображений возможной структуры ДНК, полученные методом рентгеновской кристаллографии, техники, которую усовершенствовал Лайнус Полинг. Кристаллография успешно применялась для определения положений атомов в кристаллах (отсюда «кристаллография»), но молекулы ДНК были куда более капризным предметом. Одной Франклин удавалось получать хорошие результаты, но, к постоянному раздражению Уилкинса, она отказывалась делиться добытыми ею сведениями.

Но если Франклин и не горела желанием делиться своими находками, ее не следует судить строго. В 1950-х годах на женщин-ученых в Королевском колледже смотрели с таких холодным высокомерием, которое подавило бы добрые чувства у любого современного человека (да и у любого человека вообще). Какое бы высокое положение они ни занимали, какой бы квалификацией ни обладали, их не допускали в профессорскую колледжа, и потому им приходилось столоваться в зале попроще, который даже Уотсон именовал «грязной дырой». К тому же на нее постоянно нажимала — порой довольно настойчиво — мужская троица, требуя поделиться результатами. Их безудержное желание взглянуть на плоды ее трудов редко уравновешивалось более располагающими проявлениями, скажем, уважительным отношением. «Боюсь, что мы всегда относились к ней… скажем, свысока», — вспоминал впоследствии Крик. Двое из этих мужчин были из соперничавшего учреждения, а третий более или менее открыто был на их стороне. Вряд ли стоит удивляться, что она держала свои результаты под замком.

То, что Уилкинс и Франклин не ладили между собой, похоже, было на руку Уотсону с Криком. Хотя эти двое довольно бесцеремонно вторгались на территорию Уилкинса, он все больше вставал на их сторону — неудивительно, что и Франклин стала вести себя явно странно. Хотя ее результаты свидетельствовали, что ДНК определенно имела форму спирали, она везде упорно утверждала, что это не так. Летом 1952 года, видимо, чтобы напугать и смутить Уилкинса, она расклеила на физическом факультете шуточное объявление, в котором говорилось: «С глубоким прискорбием извещаем о кончине в пятницу, 18 июля 1952 года, спирали ДНК… Выражается надежда, что с памятным словом о покойной спирали выступит доктор М. Г. Ф. Уилкинс».

Кончилось тем, что в январе 1953 года Уилкинс показал Уотсону снимки Франклин, «по-видимому, без ее ведома или согласия». Сказать, что это ему очень помогло, значит ничего не сказать. Много лет спустя Уотсон признал, что «это было ключевым моментом… это придало нам сил». Получив представление об общей форме молекулы ДНК и некоторые важные данные о размерах ее элементов, Уотсон с Криком удвоили усилия. Казалось, все складывалось в их пользу. Одно время Полинг отправился было на конференцию в Англию, на которой он, по всей вероятности, встретился бы с Уилкинсом и узнал бы от него достаточно, чтобы поправить некоторые из своих неверных представлений, из-за которых он пошел по неправильному пути. Но это было время маккартизма, и Полинга задержали в нью-йоркском аэропорту Айдлуайлд и отобрали паспорт в связи с тем, что его слишком либеральные настроения были сочтены препятствием для выезда за границу. Крику с Уотсоном повезло не меньше: сын Полинга тоже работал в Кавендишской лаборатории, и он наивно держал их в курсе всех новостей о результатах и неудачах работ в его стране.

Все еще оставаясь перед лицом опасности быть в любой момент обойденными, Уотсон с Криком лихорадочно торопились завершить работу. Было известно, что ДНК состоит из 4

химических компонентов: аденина, гуанина, цитозина и тиамина, — и что эти компоненты определенным образом соединяются в пары. Вертя вырезанные по форме молекул кусочки картона, Уотсон и Крик сумели определить, как они подгоняются друг к другу. Подобно детскому конструктору они создали из них модель, — пожалуй, самую знаменитую в современной науке, — состоявшую из свинченных в спираль металлических пластинок, и пригласили взглянуть на нее Уилкинса, Франклин и остальной мир. Любой знающий человек мог сразу видеть, что проблему они решили. Нет никакого сомнения, что это был блестящий образец детективной работы, независимо от того, подтолкнуло ли их к этому добытое у Франклин изображение или нет.

Вышедший 25 апреля 1953 года номер журнала *Nature* содержал заметку Уотсона и Крика на 900 слов, озаглавленную «Строение дезоксирибозной нуклеиновой кислоты». Она сопровождалась отдельными статьями Уилкинса и Франклин. Это было богатое событиями время — Эдмунд Хиллари[344] вот-вот должен был забраться на вершину Эвереста, а Елизавете II вскоре предстояло короноваться на престол, так что открытие тайны жизни в основном прошло незамеченным. О нем кратко сообщила газета «Ньюс кроникл», а другие издания не обратили внимания.

Розалинд Франклин не получила Нобелевской премии. Она умерла от рака в 1958 году, за 4 года до присуждения награды. Нобелевские премии посмертно не присуждаются. Рак почти наверняка был следствием постоянного рентгеновского облучения в ходе ее работы. Его можно было избежать. В удостоившейся многих похвал ее биографии Бренда Мэддокс отмечает, что Франклин редко надевала свинцовый фартук и неосторожно становилась под лучи. Освальд Эвери тоже так и не получил Нобелевской премии и в значительной мере остался незамеченным последующими поколениями, но, по крайней мере, получил удовлетворение от того, что дожил до подтверждения своего открытия. Умер он в 1955 году.

В действительности открытие Уотсона и Крика не находило независимых подтверждений до 1980-х годов. В одной из своих книг Крик писал: «Потребовалось больше 25 лет, чтобы наша модель ДНК из довольно правдоподобной стала весьма вероятной… а потом фактически совершенно корректной».

Но, даже несмотря на постепенность признания, после выяснения строения ДНК развитие генетики пошло быстрыми темпами, и к 1968 году журнал *Science* мог опубликовать статью, озаглавленную «Это была молекулярная биология…», в которой высказывалось предположение — это покажется невероятным, но это так, — что работа в области генетики почти завершена.

Разумеется, в действительности она только начиналась. Даже теперь нам едва понятно очень многое из того, что относится к ДНК, не в последнюю очередь то, почему значительная ее часть, как представляется, остается не у дел. 97 % вашей ДНК не содержат ничего, кроме длинных последовательностей бессмысленного «мусора», или «некодирующих фрагментов», как предпочитают выражаться биохимики. Только в отдельных местах каждой нити то тут, то там находятся участки, управляющие жизненными функциями и организующие их. Это и есть те удивительные и долго ускользавшие от обнаружения гены.

Гены — это не больше (и не меньше), чем инструкции по синтезу белков. И эту функцию они осуществляют с неизменной тупой точностью. В этом смысле они довольно похожи на клавиши фортепьяно: каждая издает одну ноту, и больше ничего, что, разумеется, немного монотонно. Но комбинируйте гены, как вы комбинируете фортепьянные клавиши, и тогда вы можете творить бесконечное разнообразие аккордов и мелодий. Соедините все эти гены, и получите (продолжим сравнение) великую симфонию жизни, известную как *геном человека*.

Более привычно уподоблять геном своего рода руководству по обеспечению

функционирования организма. Если смотреть под этим углом, хромосомы можно представить как главы книги, а гены как отдельные инструкции по производству белков. Слова, которыми написаны инструкции, называются *кодонами*, а буквы известны как основания. Основания — буквы генетического алфавита — это четыре нуклеотида, упоминавшихся страницей или двумя выше, — аденин, тиамин, гуанин и цитозин. Несмотря на важность того, чем они занимаются, в этих веществах нет ничего необычного. Гуанин, например, это вещество, которое в большом количестве содержится в гуано, откуда и происходит его название.

Как всем известно, молекула ДНК формой походит на винтовую лестницу или на скрученную веревочную лесенку: знаменитая двойная спираль. Вертикальные элементы этой структуры состоят из разновидности сахара, носящей название дезоксирибоза, а вся спираль представляет собой нуклеиновую кислоту — отсюда название «дезоксирибонуклеиновая кислота». Перекладины (или ступеньки) образуются соединяющимися в промежутках двумя основаниями, причем они соединяются только двумя способами: гуанин всегда соединяется с цитозином, а тиамин — всегда с аденином. Последовательность, в которой эти буквы появляются, если двигаться вверх или вниз по лестнице, составляет генетический код; его точным считыванием занят международный проект «Геном человека».

А самая яркая особенность ДНК заключается в способе ее самовоспроизведения. Когда приходит время создавать новую молекулу ДНК, обе нити расходятся, подобно молнии на куртке, и половинки разделяются, чтобы образовать новую компанию. Поскольку каждый нуклеотид соединяется только с одним парным ему нуклеотидом, каждая нить служит матрицей для создания новой подходящей ей в пару нити. Имея всего одну нить собственной ДНК, довольно просто воссоздать парную ей вторую нить, подобрав нужные партнерства: если верхняя ступенька на одной нити из гуанина, тогда известно, что верхняя ступенька другой нити должна быть из цитозина. Пройдите вниз по лесенке, подбирая пары ко всем нуклеотидам, и в конце будете иметь код новой молекулы. Именно так происходит в природе, только в природе это совершается очень быстро — за считанные секунды, что можно назвать вершиной проворства.

По большей части наша ДНК самовоспроизводится со строжайшей точностью, но изредка — примерно один раз из миллиона — буква становится не на то место. Эти явления известны как однонуклеотидный полиморфизм, или SNP. Биохимики немного фамильярно называют их «снипами».[345] Они обычно теряются в некодирующих звеньях ДНК и не вызывают заметных последствий для организма, но порой оказываются важными. Они могут сделать вас предрасположенным к какому-нибудь заболеванию, но в равной мере могут даровать какое-нибудь небольшое преимущество, например более эффективную защитную пигментацию или способность вырабатывать больше красных кровяных телец, эритроцитов, у кого-нибудь, обитающего на высокогорье. Со временем эти небольшие изменения накапливаются и в индивидуумах, и в популяциях, способствуя отличию тех и других.

Равновесие между точностью и ошибками при самовоспроизведении весьма деликатное. Слишком много ошибок — и организм не может функционировать, слишком мало — и он поступается приспособляемостью.[346] Подобное же равновесие должно быть в организме между устойчивостью и изменчивостью. Рост числа красных кровяных телец может помочь человеку или группе людей, живущих на больших высотах, легче двигаться и дышать, потому что с ростом числа эритроцитов кровь может переносить больше кислорода. Но дополнительные эритроциты также делают кровь более вязкой. Добавьте их слишком много, и, пользуясь сравнением антрополога Темпльского университета Чарлза Вейтца, она станет «густой, как нефть». Это большая нагрузка на сердце. Таким образом, те, кто приспособлен жить на высоте, лучше дышат, но платят за это повышенным риском заболеваний сердца. Таким путем Дарвинов естественный

отбор заботится о нас. Он также помогает объяснить, почему мы все так похожи.[347] Эволюция просто не даст вам слишком сильно измениться — во всяком случае, без того, чтобы стать новым видом.

Разница в 0,1 % между вашими и моими генами объясняется тем самым полиморфизмом наших нуклеотидов.[348] А если вы сравните свою ДНК с ДНК кого-то третьего, соответствие тоже будет составлять 99,9 %, но полиморфизм будет в большинстве случаев проявляться в других звеньях. Возьмите для сравнения еще больше людей, и вы получите еще больше примеров полиморфизма, однако в еще большем количестве звеньев. На каждое из 3,2 млрд ваших оснований где-то на планете найдется человек или группа людей с иным кодом в этом месте. [349] Так что неправильно говорить не только о каком-то определенном, едином для всех геноме человека, но, в известном смысле, даже вообще о геноме человека. Их насчитывается 6 млрд. Все мы на 99,9 % одинаковы, но в равной мере, по словам биохимика Дэвида Кокса,[350] «вы могли бы утверждать, что между всеми представителями рода человеческого нет ничего общего, и это было бы тоже верно».

Но нам все еще надо объяснить, почему такая малая часть ДНК имеет какое-то ощутимое предназначение. Хотя от этого становится несколько не по себе, но, похоже, цель жизни действительно состоит в том, чтобы обеспечивать вечное существование ДНК. 97 % в наших ДНК, обычно называемых «мусором», по большей части состоят из наборов букв, как говорит Мэтт Ридли, «существующих по одной простой причине — они хорошо умеют воспроизводиться»*.

--

** (Вообще-то «мусорная» часть ДНК используется. Ее задействуют в «генной дактилоскопии». Применимость в криминалистике была случайно открыта ученым из Лестерского университета Алеком Джеффрисом. В 1986 году Джеффрис расшифровывал последовательности ДНК для выявления генетических маркеров, связанных с наследственными заболеваниями, когда к нему обратились из полиции и попросили помочь установить причастность одного подозреваемого к двум убийствам. Он подумал, что его методика должна идеально подходить для раскрытия преступлений — так оно и получилось. Молодой пекарь Колин Питчфорк за убийства был приговорен к двум пожизненным срокам тюремного заключения.)*

Другими словами, большая часть вашей ДНК преданно служит не вам, а самой себе: вы для нее, а не она для вас. Жизнь, как вы помните, просто хочет быть; это как раз и делает ДНК.

Даже когда ДНК включает инструкции по созданию белков, или, как говорят ученые, кодирует их, — это не обязательно ради гладкого функционирования данного организма. Один из самых распространенных генов, который есть у нас, служит для синтеза белка, называемого обратной транскриптазой, не выполняющего никакой известной полезной функции для человека. Единственное, что он делает, так это дает возможность ретровирусам, таким как ВИЧ, проникать незамеченными в человеческий организм.

Другими словами, наши организмы прилагают значительные усилия для производства белка, который не приносит никакой пользы, а порой вредит нам. У них нет другого выбора, потому что так приказывают гены.[351] Мы — сосуды для их прихотей. В общем, почти половина человеческих генов — самая большая доля среди всех изученных организмов — не делает, можно сказать, ничего, кроме собственного воспроизводства.

Все организмы в некотором смысле рабы своих генов. Потому-то лососи и пауки и, можно сказать, бесчисленное множество других существ готовы умереть при спаривании. Страстное

желание плодиться, рассеивать свои гены — самый могучий импульс в природе. Как пишет Шервин Б. Нуланд: «Рушатся империи… создаются великие симфонии, и за всем этим стоит безотчетный инстинкт, требующий удовлетворения». С эволюционной точки зрения секс, — это всего лишь награда, поощряющая нас к передаче своего генетического материала.

Ученые только-только освоились с поразительным известием, что большая часть наших ДНК ничего не делает, как стали происходить еще более неожиданные открытия. Сначала в Германии, потом в Швейцарии исследователи провели ряд довольно странных экспериментов, которые дали совершенно неожиданные и весьма интересные результаты. В одном из них взяли ген, управляющий развитием глаза мыши, и ввели его в личинку плодовой мушки. Думали, что в результате получится что-то гротескное. На деле же ген мышиного глаза не только создал у мухи жизнеспособный глаз, но это был *мушиный* глаз. Налицо были два существа, не имевшие общего предка 500 миллионов лет, тем не менее способные обмениваться генетическим материалом, словно родные сестры.

То же самое наблюдалось всюду, куда заглядывали исследователи. Они обнаружили, что можно ввести ДНК человека в определенные клетки мух — и мухи примут ее как свою собственную. Оказывается, более 60 % человеческих генов в основном те же, что найдены в плодовых мушках. По меньшей мере 90 % на том или ином уровне соотносятся с генами, найденными у мышей. (У нас даже есть гены для создания хвоста, если бы только они включались в работу.) В одной области за другой исследователи обнаруживали, что с каким бы организмом они ни работали — будь то черви-нематоды или люди, — они часто изучали одни и те же гены. Жизнь, казалось, была создана по одному набору чертежей.

Дальнейшие исследования привели к открытию существования группы мастер-генов, каждый из которых руководит развитием части тела; их окрестили гомеотическими (от греческого, означающего «подобный»). Эти гены дали ответ на давно ставивший в тупик вопрос: каким образом миллиарды эмбриональных клеток, все появляющиеся из одной оплодотворенной яйцеклетки и содержащие одинаковую ДНК, знают, куда направляться и чем заниматься — той надо стать клеткой печени, этой вытянуться в нервную клетку, этой стать частицей крови, а этой — частицей блестящего в крыле перышка. Вот эти гены и дают им указания и делают это во многом одинаково во всех живых организмах.

Интересно, что количество генетического материала и его организация не обязательно отражают, даже, как правило, не отражают, степень сложности содержащего его живого существа. У нас 46 хромосом, а некоторые папоротники насчитывают более 600. У двоякодышащей рыбы, одного из наименее эволюционировавших среди сложных животных, в сорок раз больше ДНК, чем у нас. Даже обыкновенный тритон генетически куда богаче нас — примерно в 5 раз.

Ясно, что важно не количество генов, а то, что вы с ними делаете. Это очень хорошо, потому что в последнее время с числом генов у людей произошли крутые изменения. До недавнего времени считалось, что у людей по крайней мере 100 тысяч генов, а возможно, значительно больше, однако эта цифра была коренным образом урезана после первых результатов, полученных по программе «Геном человека», которая назвала число ближе к 35–40 тысячам генов[352] — столько же, сколько насчитали в траве. Это явилось полной неожиданностью и вызвало разочарование.

От вашего внимания, наверное, не ускользнуло, что гены обычно бывают причастны к целому ряду человеческих слабостей. Ученые в разное время с ликованием провозглашали, что нашли гены, ответственные за ожирение, шизофрению, гомосексуализм, склонность к преступлениям и насилию, алкоголизм, даже за воровство в магазинах и бродяжничество. Пожалуй, высшей (или низшей) точкой этой непоколебимой веры в биодетерминизм была

работа, опубликованная в 1980 году в журнале *Science,* в которой утверждалось, что женщины генетически менее способны к математике. На самом деле, как теперь известно, почти ничего, что касается человека, нельзя определить так легко и просто.

Это достойно сожаления в одном важном аспекте, потому что если бы у вас были отдельные гены, определяющие рост, предрасположенность к диабету или к облысению или какое-либо другое отличительное свойство, было бы легко — во всяком случае, сравнительно легко — выделить их и попытаться починить. К сожалению, 35 тысяч функционирующих независимо генов даже близко недостаточно для создания такого сложного существа, каким является человек. Некоторые болезни — например, гемофилия, болезнь Паркинсона,[353] болезнь Хантингтона и кистозный фиброз (муковисцидоз) — вызываются одиночными нарушенными генами, но, как правило, вредоносные гены выпалываются естественным отбором задолго до того, как они начнут причинять систематический ущерб виду или популяции. По большей части наша судьба и наше благополучие — и даже цвет глаз — определяются не отдельными генами, а группами генов, действующих объединенными усилиями. Потому-то так трудно разобраться, как все это стыкуется, и потому мы еще не скоро будем производить на свет младенцев по заказу.

В сущности, чем больше мы узнаем в последние годы, тем более сложные возникают вопросы. Оказывается, что даже размышления влияют на характер работы генов. Скорость, с какой растет борода у мужчины, например, отчасти зависит от того, как много он думает о сексе (потому что мысли о сексе вызывают выброс тестостерона). В начале 1990-х годов ученые сделали еще более значительное открытие, когда обнаружили, что могут изъять из эмбрионов мыши гены, которые предположительно считались жизненно важными, и тем не менее мыши часто рождались не только здоровыми, но порой более здоровыми, чем их братья и сестры, которых не трогали. Оказалось, что когда уничтожались отдельные важные гены, их место занимали другие, закрывая брешь. Это отличная новость для нас как живых организмов, но не такая хорошая для понимания того, какже все-таки работают клетки, поскольку она добавляет еще один уровень сложности к явлению, в котором мы только-только начали разбираться.

В значительной степени из-за этих усложняющих факторов вдруг оказалось, что мы только начинаем понимать геном человека. Геном, по выражению Эрика Ландера[354] из Массачусетского технологического института, это вроде сборочного листа человеческого тела: в нем говорится, из чего мы сделаны, но ничего нет о том, как мы функционируем. Теперь нам требуется руководство по эксплуатации — указания, как его запустить. Нам до этого еще очень неблизко.

А теперь стоит задача расшифровать протеом человека — это понятие настолько новое, что самого термина «протеом» десяток лет назад еще не было в помине. Протеом — это библиотека, содержащая информацию, по которой строятся белки. «К сожалению, — отмечал журнал *Scientific American* весной 2002 года, — протеом намного сложнее генома».[355]

И это еще мягко сказано. Белки, как вы помните, это рабочие лошадки всех живых организмов. В любой клетке в любое время могут быть заняты делом целых 100 млн белковых молекул. Уйма дел, в которых надо попробовать разобраться. Хуже того, поведение и деятельность белков зависят не только от их химии, как у генов, но и от их формы. Чтобы функционировать, белок должен не только состоять из надлежащим образом собранных химических компонентов, но, кроме того, должен уложиться в строго определенную форму. Термин «укладка» немного дезориентирует, поскольку наводит на мысль о геометрической аккуратности, чего на самом деле нет. Белки перекручиваются, сворачиваются в петли и спирали, сминаются, принимая замысловатые сложные формы. Они скорее походят на бешено скомканные проволочные плечики для одежды, нежели на сложенные полотенца.

Более того, белки (если мне будет позволено воспользоваться уместным здесь архаизмом) можно назвать распутниками биологического мира. В зависимости от настроения и положения с обменом веществ они среди всего прочего позволяют себе фосфорилироваться, гликозилироваться, ацетилироваться, убиквитинироваться, сульфатироваться и цепляться к гликофосфатдилинозитоловым якорям. Привести их в движение часто бывает сравнительно легко. Выпейте бокал вина, замечает журнал *Scientific American*, и тут же во всем организме существенно изменится количество и характер белков. Это приятно для пьющих, но далеко не помогает генетикам, пытающимся разобраться в том, что же происходит.

Все это может показаться невероятно сложным, и в некоторых отношениях действительно невероятно сложно. Но за всем этим также скрывается простота, в основе которой лежит единый характер жизнедеятельности. Все эти незаметные искусные химические процессы, дающие жизнь клеткам, — совместные усилия нуклеотидов, транскрипция ДНК в РНК, — развились лишь единожды и с тех пор оставались довольно устойчивыми во всей природе. Как полушутя заметил покойный французский генетик Жак Монод:[356] «Все, что верно в отношении *E. coli* (кишечной палочки), верно и в отношении слонов, разве что в большей степени».

Все живые существа — это реализации одного первоначального плана. Как человеческие существа мы всего лишь надстройка — каждый из нас представляет собой заплесневелый архив приспособленностей, адаптации, модификаций и удачных переделок, уходящих в глубь времен на 3,8 млрд лет. Как ни удивительно, мы довольно близкие родственники фруктов и овощей. Около половины химических процессов, протекающих в бананах, принципиально те же самые, что протекают внутри вас. Не будет лишним чаще повторять: все живое едино. Это есть, и, я полагаю, будет всегда, самая глубокая из существующих истин.

VI
ПУТЬ К НАМ

Произошли от обезьян! Боже мой, будем надеяться, что это неправда, а если правда, будем молиться, чтобы это не стало широко известно.

Слова, приписываемые жене епископа Вустерского, когда ей объяснили дарвиновскую теорию эволюции

27
ВРЕМЯ ЛЕДНИКОВ

Я видел сон: не все в нем было сном.
Погасло солнце светлое — и звезды
Скитались без цели…

Байрон. Тьма

В 1815 году на острове Сумбава в Индонезии эффектно взорвалась долго молчавшая внушительных размеров гора, носившая название Тамбора. Взрывом и последовавшим за ним цунами унесло жизни 100 тысяч человек. Никто из ныне живущих не был свидетелем такого неистовства стихии. Тамбора превосходила все, что когда-либо испытал человек. Это было крупнейшее извержение вулкана за десять тысяч лет — в 150 раз мощнее извержения вулкана Сент-Хеленс, равносильное взрыву 60 тысяч атомных бомб мощностью с хиросимскую.[357]

В те дни новости распространялись не очень быстро. В Лондоне «Таймс» поместила небольшое сообщение — по существу, письмо одного негоцианта — спустя 7 месяцев после события. Но к тому времени последствия извержения Тамборы уже ощущались. В атмосфере рассеялись двести сорок кубических километров пропахших дымом пепла,[358] пыли и песка, затмевая солнечный свет и вызывая охлаждение Земли. Закаты были необыкновенные, хотя и туманные, чья красочность прекрасно схвачена художником Дж. М. У. Тернером. [359] Он был на небесах от счастья, но мир вокруг него по большей части влачил жалкое существование под гнетущим сумрачным покровом. Вот эти мертвые сумерки и вдохновили Байрона на приведенные выше строки.

Весна так и не наступила, и до лета дело тоже не дошло: 1816 год стал известен как год без лета. Зерновые не взошли. В Ирландии голод и вызванная им эпидемия брюшного тифа унесли жизни 65 тысяч человек. В Новой Англии этот год остался известен в народе как «тысяча восемьсот до смерти морозный».[360] Утренние заморозки продолжались до июня, и почти ни одно посаженное семя не взошло. Из-за нехватки кормов животные либо погибали, либо их приходилось забивать. Почти во всех отношениях это был ужасный год — почти наверняка самый худший для фермеров в новые времена. Однако в глобальном масштабе температура упала меньше чем на один градус Цельсия. Природный термостат Земли, как увидят ученые, чрезвычайно тонкий инструмент.

XIX век и без того был довольно прохладным. Как стало известно, на протяжении двухсот лет[361] Европа и Северная Америка переживали «малый ледниковый период», благоприятствовавший всякого рода зимним мероприятиям и забавам — ярмаркам на льду Темзы, гонкам на коньках по каналам в Голландии, что теперь, как правило, невозможно. Другими словами, это был период, когда холода часто напоминали о себе. Так что, пожалуй, можно извинить геологов XIX века за то, что они долго не представляли, что мир, в котором они жили, был просто ласковым в сравнении с предыдущими эпохами и что местность вокруг них в значительной степени была сформирована сокрушительными ледниками и под влиянием таких холодов, которых не выдержали бы никакие ледовые ярмарки.

Они видели, что в прошлом происходило что-то непонятное. Европейский ландшафт был почему-то усеян странными вещами — кости северного оленя на теплом юге Франции, огромные куски породы, оказавшиеся в самых невероятных местах, — и геологи часто находили

этому остроумные, хотя и не очень правдоподобные объяснения. Один французский естествоиспытатель, звали его де Люк, пытаясь объяснить, как гранитные валуны оказались высоко на известняковых склонах Юры, предположил, что они, возможно, были выброшены сжатым воздухом из карстовых пустот, подобно пробкам из пневматического ружья. За перемещенными валунами закрепился термин «эрратические»,[362] но в XIX веке он гораздо чаще подходил к теориям, чем к камням.

Выдающийся британский геолог Энтони Хэллэм[363] говорил, что если бы живший в XVIII веке основоположник геологии Джеймс Хаттон побывал в Швейцарии, то сразу оценил бы смысл прорезанных в горах долин, отполированных борозд, полос из наваленных камней и других многочисленных красноречивых следов проходивших здесь ледовых щитов. К сожалению, Хаттон путешественником не был. Но, даже не располагая ничем, кроме полученных не из первых рук описаний, Хаттон сразу отверг идею, что огромные валуны были вознесены на тысячу метров по склонам гор наводнениями — всей воды на Земле не хватило бы, чтобы заставить камень плыть, — указывал он, и одним из первых стал приводить доводы в пользу обширного оледенения. К сожалению, его идеи остались незамеченными, и еще полстолетия натуралисты продолжали утверждать, что глубокие царапины на горных породах оставлены проезжавшими мимо повозками или даже подбитыми гвоздями башмаками.

Однако местные крестьяне, не подверженные пагубному влиянию научной ортодоксии, разбирались в земных делах лучше. Естествоиспытатель Жан де Шарпантье рассказывал, как в 1834 году, когда они с одним швейцарским лесорубом шли по сельской тропинке, у них зашел разговор о лежащих по сторонам камнях. Лесоруб, как о само собой разумеющемся, заметил, что эти валуны из Гримзеля, гранитного пояса, находящегося довольно далеко. «Когда я спросил, каким образом, по его мнению, эти камни попали сюда, он, не задумываясь, ответил: "Их принес гримзельский ледник, который в прошлом доходил аж до Берна"».

Шарпантье был в восторге, ибо сам пришел к такому мнению; но когда он стал выдвигать его на научных собраниях, оно отвергалось. Одним из ближайших друзей Шарпантье был другой швейцарский естествоиспытатель, Луи Агассиз, который после первоначальной известной доли скептицизма затем стал сторонником этой теории, а в конечном счете чуть ли не присвоил ее.

Агассиз, учившийся в Париже у Кювье, в ту пору занимал должность профессора естественной истории в Невшательском колледже в Швейцарии. Еще один друг Агассиза, ботаник Карл Шимпер, по существу, первым, в 1837 году применил термин «ледниковый период» (по-немецки «Eiszeit») и предположил, что имеются веские свидетельства того, что когда-то лед покрывал толстым слоем не только Швейцарские Альпы, но и большую часть Европы, Азии и Северной Америки. Он дал просмотреть свои заметки Агассизу, о чем впоследствии очень пожалел, потому что заслуга создания теории, которую Шимпер не без оснований считал своей, все более приписывалась Агассизу. Из-за этого же и Шарпантье стал ярым врагом своего старого друга. Возможно, Александр фон Гумбольдт, еще один приятель ученого, по крайней мере отчасти имел в виду Агассиза, когда заметил, что научное открытие проходит 3 стадии: сначала первая, оно отрицается; затем отрицается его значение; и, наконец, оно приписывается не тому.

Как бы то ни было, Агассиз вплотную занялся этой темой. В стремлении разобраться в динамике оледенения он побывал всюду — спускался в глубь опасных ледниковых трещин и поднимался на вершины самых крутых остроконечных альпийских вершин, подчас, очевидно, не зная, что он и его группа были там первыми. Почти всюду Агассиз встречал упорное нежелание признавать его взгляды. Гумбольдт убеждал его вернуться к проблеме, в которой, он был по-настоящему компетентен, ископаемым рыбам и оставить эту безрассудную одержимость льдом, но Агассиз был из одержимых.

Еще меньше поддержки теория Агассиза нашла в Британии, где большинство естествоиспытателей в жизни не видали ледника и часто не могли себе представить сокрушительную силу массы льда. «Возможно ли царапать и шлифовать камень каким-то льдом?» — насмешливо вопрошал на одном из собраний Родерик Мурчисон, очевидно представляя горные породы, покрытые легким прозрачным ледком. До конца своих дней он совершенно искренне выражал свое неверие этим «помешавшимся на льде» геологам, считавшим, что такое множество явлений можно объяснить ледниками. Его взгляды разделял Уильям Гопкинс, профессор Кембриджского университета и видный член Геологического общества. Он утверждал, что представление, будто лед якобы может перемещать валуны, является «такой очевидной механистической нелепостью», что не заслуживает внимания общества.

Однако не утративший присутствия духа Агассиз неутомимо разъезжает по странам, проповедуя свою теорию. В 1840 году он делает доклад на собрании Британской ассоциации содействия развитию науки в Глазго, где его открыто критиковал великий Чарлз Лайель. В следующем году Геологическое общество Эдинбурга приняло резолюцию, в которой допускалось, что в целом в этой теории есть определенные положительные аспекты, но ни один из них, безусловно, не применим к Шотландии.

Лайель в конечном счете все же изменил свое мнение. Момент прозрения наступил, когда его осенило, что происхождение морены, грады камней радом с его фамильным имением в Шотландии, мимо которой он проходил сотни раз, можно понять, лишь допустив, что она оставлена здесь ледником. Но, обратившись в другую веру, Лайель струсил и пошел на попятную, отказавшись публично поддержать идею ледникового периода. Для Агассиза это было время крушения надежд. Распадалась семья, Шимпер с жаром обвинял его в краже своих идей, Шарпантье с ним не разговаривал, а величайший из живых геологов выражал лишь самую прохладную и ненадежную поддержку.

В 1846 году Агассиз поехал с лекциями в Америку и здесь наконец нашел признание, которого так жаждал. Гарвардский университет предоставил ему должность профессора и построил для него первоклассный Музей сравнительной зоологии. Этому, несомненно, помогло то, что он обосновался в Новой Англии, где длинные зимы поощряли определенное доброжелательное отношение к идее бесконечных холодных периодов. Помогло и то, что через 6 лет после его приезда первая научная экспедиция в Гренландию сообщила, что почти весь этот полуконтинент покрыт ледяным щитом, точно таким же, как тот древний, который предполагался в теории Агассиза. Наконец-то его идеи стали находить настоящих приверженцев. Единственным крупным изъяном теории Агассиза было то, что его ледниковые периоды не имели причины. Но помощь скоро пришла с неожиданной стороны.

В 1860-х годах журналы и другие научные издания в Британии стали получать статьи по гидростатике, электричеству и на другие научные темы от Джеймса Кролла из университета Андерсона в Глазго. Одна из статей о том, как изменения земной орбиты могли способствовать ледниковым периодам, опубликованная в *Philosophical Magazine* в 1864 году, была сразу признана трудом самого высокого уровня. Так что было несколько неожиданно и, пожалуй, чуточку неловко, когда оказалось, что Кролл был в университете вовсе не ученым, а привратником.

Кролл родился в 1821 году и рос в бедной семье, его официальное образование ограничилось учебой в школе до 13 лет. Он сменил много мест работы — был плотником, страховым агентом, содержал гостиницу, — пока не занял должность привратника в университете Андерсона (ныне Стратклайдский университет) в Глазго. Сумев каким-то образом переложить большую часть работы на брата, он имел возможность проводить много вечеров в

тишине университетской библиотеки, самостоятельно изучая физику, механику, астрономию, гидростатику и другие модные в то время науки, и мало-помалу начал выдавать одну статью за другой, с особым упором на особенности движения Земли и их влияние на климат.

Кролл первым высказал мысль, что циклические изменения формы орбиты Земли от эллиптической (т. е. слегка овальной) до почти круглой и снова до эллиптической, возможно, служат объяснением наступления и ухода ледниковых периодов. Никто раньше не додумался до астрономического объяснения изменения климата Земли. Почти исключительно благодаря убедительной теории Кролла британцы стали охотнее воспринимать мысль, что в какое-то время в прошлом отдельные части Земли находились во власти льда. Изобретательность и способности Кролла нашли признание; он получил место в Геологической службе Шотландии и много почетных званий: действительного члена Королевского общества в Лондоне и Нью-Йоркской академии наук и среди многих прочих почетную степень в университете Сент-Эндрюс.

К сожалению, как раз в то время, когда теория Агассиза начинала находить приверженцев в Европе, сам он увлекся ее распространением на все более экзотические области в Америке. Находя свидетельства ледников практически повсюду, куда заглядывал, включая местности близ экватора, он в конце концов пришел к убеждению, что когда-то лед целиком покрывал Землю, уничтожив все живое, и Бог сотворил жизнь заново. Ни одно из доказательств, приводившихся Агассизом, не подкрепляло эту точку зрения. Несмотря на это, его видное положение в принявшей его стране росло и росло, пока его не стали считать чуть ли не божеством. После его смерти в 1873 году Гарвардскому университету пришлось назначать на его место трех профессоров.

Однако, как это часто бывает, его теории скоро вышли из моды. Менее чем через десять лет после смерти Агассиза его преемник на кафедре геологии в Гарварде писал, что «так называемая ледниковая эра… так популярная несколько лет назад среди гляциологов, теперь может быть без колебаний отвергнута».

Проблемы отчасти возникли в связи с тем, что по вычислениям Кролла получалось, что самый последний ледниковый период имел место 80 тысяч лет назад, тогда как геологические находки все больше указывали, что Земля претерпела какую-то драматическую пертурбацию значительно позже. Без убедительного объяснения того, что могло вызвать ледниковый период, вся теория повисала в воздухе. Так бы и оставалось какое-то время, если бы не сербский ученый Милутин Миланкович. Он не имел никакой подготовки в области движения небесных тел — по образованию он был инженером, — но в начале 1900-х годов вдруг заинтересовался этим предметом. Миланкович понял, что проблема не в самой теории Кролла, а в том, что она слишком упрощена.

Земля движется в пространстве не только по меняющей длину и форму орбите, но также и подвержена ритмичным колебаниям углов ее ориентации по отношению к Солнцу. Повороты и покачивания сказываются на продолжительности и интенсивности солнечного освещения на любом клочке земли. На длительных периодах времени наибольшее влияние оказывают три типа изменений колебания наклона оси, прецессия и изменения эксцентриситета орбиты.[364] Миланковича интересовало, нет ли связи между наступлениями и отступлениями ледников и этими сложными циклами. Сложность заключалась в том, что они очень сильно разнились по длительности — приблизительно 20, 40 и 100 тысяч лет соответственно, но при этом в каждом случае варьировались в пределах нескольких тысяч лет. Это означало, что определение их совокупного эффекта в течение длительных интервалов времени требовало практически бесконечного объема упорных вычислений. В сущности, Миланковичу требовалось вычислить углы падения и продолжительность поступления солнечного излучения для каждой широты и

каждого времени года за миллион лет, скорректировав их с учетом трех постоянно меняющихся переменных.

К счастью, именно такой кропотливый труд как нельзя больше отвечал характеру Миланковича. Следующие 20 лет, даже во время отпусков, он безостановочно работал карандашом и логарифмической линейкой, делая вычисления для своих таблиц циклов — теперь с помощью компьютера ее можно сделать за день-другой. Все вычисления приходилось делать вне работы, но в 1914 году у Миланковича вдруг появилась уйма свободного времени — разразилась Первая мировая война, и он попал под арест как резервист сербской армии.[365] Большую часть следующих четырех лет он провел под не очень строгим домашним арестом в Будапеште; от него лишь требовалось раз в неделю отмечаться в полиции. Все остальное время он просиживал в библиотеке Венгерской академии наук. Он был, пожалуй, самым счастливым военнопленным в истории.

Конечным результатом его кропотливых расчетов и записей явилась вышедшая в 1930 году книга «Математическая климатология и астрономическая теория климатических изменений». Миланкович был прав в том, что между ледниковыми периодами и покачиваниями планеты существует связь, хотя, как и большинство людей, он полагал, что к этим длительным периодам похолодания вело постепенное увеличение числа суровых зим. Российско-немецкий метеоролог Владимир Кеппен, тесть Альфреда Вегенера, нашего знакомого из главы о тектонике, увидел, что процесс этот более тонкий и довольно коварный.

Причину ледниковых периодов, решил Кеппен, следует искать в холодном лете, а не в жестоких зимах. Если в летние месяцы слишком холодно, чтобы растаял весь выпавший в данном регионе снег, его поверхность будет отражать больше солнечных лучей, усугубляя похолодание и способствуя выпадению большего количества снега. Последствия могут развиваться бесконечно. По мере того, как снег накапливается, образуя ледяной щит, регион будет все больше охлаждаться, порождая дальнейшее накапливание льда. Как замечает гляциолог Гвен Шульц,[366] «образование ледяных щитов не обязательно зависит от *количества* снега, а просто от постоянного наличия, пусть малого количества, снега». Считают, что ледниковый период мог начаться с единственного необычно холодного лета. Оставшийся лежать снег отражает тепло, усугубляя эффект охлаждения. «Процесс самонарастающий и неостановимый, и как только льда нарастает много, он приходит в движение», — пишет Макфи. Вы получаете наступление ледников и ледниковый период.

В 1950-х годах из-за несовершенства техники датирования ученые не могли соотнести тщательно вычисленные циклы Миланковича с предполагавшимися тогда сроками ледниковых периодов, так что Миланкович со своими расчетами все больше впадал в немилость. Он умер в 1958 году, так и не сумев доказать, что его расчеты циклов верны. К тому времени, пользуясь словами одного труда по истории того периода, «стоило большого труда найти геолога или метеоролога, который считал бы эту модель более чем исторической диковинкой». Лишь в 1970-х годах, с усовершенствованием калий-аргонового датирования древних отложений на дне морей, его теории наконец получили подтверждение.

Одних циклов Миланковича недостаточно, чтобы объяснить циклы ледниковых периодов. Присутствует много других факторов — не в последнюю очередь расположение материков, особенно наличие масс суши над полюсами. В деталях влияние этих факторов пока не вполне ясно, однако высказывалось предположение, что если бы передвинуть Северную Америку, Евразию и Гренландию всего на 500 км к северу, то получился бы непрерывный ряд неотвратимых ледниковых периодов. Кажется, нам очень повезло, что мы вообще имеем какую ни на есть хорошую погоду. Еще менее понятны полосы сравнительно мягкого климата внутри ледниковых периодов, называемые *межледниковьями*. В некоторое замешательство приводит

осознание того, что вся осмысленная человеческая история — развитие земледелия, основание поселений, появление математики, письменности и наук и все остальное — приходится на такой нетипичный отрезок хорошей погоды. Предыдущие межледниковья продолжались всего лишь по 8 тысяч лет. Нынешнее уже отметило 10-тысячную годовщину.

Остается фактом, что мы в значительной мере все еще находимся в ледниковом периоде; он просто дал некоторую передышку, причем сокращение льдов меньше, чем многие думают. В разгар последнего оледенения около двадцати тысяч лет назад подо льдом находилось примерно 30 % суши. Все еще остается — десять процентов. (И еще 14 % в состоянии вечной мерзлоты.) В настоящее время три четверти всей пресной воды упрятано в ледники, на обоих полюсах лежат ледяные шапки — положение, возможно, уникальное в истории Земли. То, что в большей части мира зимой выпадает снег, и даже в таких местах с умеренным климатом, как Новая Зеландия, имеются нетающие ледники, может показаться вполне естественным, но на самом деле такое состояние для планеты крайне необычно.

Ибо большую часть истории Земли до совсем недавнего времени общераспространенным для нее типом климата была жара и отсутствие постоянных льдов где бы то ни было. Текущий ледниковый период — по существу, ледниковая эпоха — начался около 40 млн лет назад и колебался в пределах от убийственно плохой до совсем неплохой погоды. Мы живем в одном из немногих неплохих промежутков времени. Ледниковые периоды имеют свойство стирать с лица земли свидетельства более ранних ледниковых периодов, так что чем глубже мы уходим в прошлое, тем отрывочнее становится картина. Но представляется, что за последние 2,5 млн лет или около того имело место по меньшей мере семнадцать суровых эпизодов оледенения — это период, совпадающий по времени с появлением в Африке *Homo erectus,* за которыми последовали современные люди. Применительно к современной эпохе обычно ссылаются на двух виновников — поднятие Гималаев и образование Панамского перешейка. Первое нарушило воздушные потоки, второе — океанские течения. Индия, бывшая когда-то островом, за последние 45 млн лет втиснулась на 2 тысячи км в азиатский массив, вздыбив не только Гималаи, но подняв расположенное позади обширное Тибетское плато. Гипотеза гласит, что возвышенный ландшафт был не только холоднее, но и отклонил ветры к северу и в сторону Северной Америки, сделав ее более подверженной длительным похолоданиям. Затем, начиная примерно с пяти миллионов лет тому назад, из моря поднялся Панамский перешеек, закрыв брешь между Северной и Южной Америкой и прервав течения, которые переносили тепло между Тихим и Атлантическим океанами, изменив, по крайней мере на половине планеты, характер выпадения осадков. Одним из последствий было иссушение Африки, заставившее обезьян спуститься с деревьев в поисках нового образа жизни в возникавших саваннах.

Во всяком случае, при нынешнем расположении океанов и материков похоже, что лед останется с нами на долгое время в будущем. Согласно Джону Макфи, можно ожидать еще около пятидесяти эпизодов оледенения, каждый продолжительностью 100 тысяч лет или около того, прежде чем можно будет надеяться на действительно долгую оттепель.

До 50 млн лет тому назад на Земле не было регулярно повторявшихся ледниковых периодов, но когда они имели место, то, как правило, были колоссальными. Сильное замерзание произошло около 2,2 млрд лет назад, за ним последовал миллиард или около того лет тепла. Потом было еще одно оледенение, даже больше первого — такое большое, что некоторые ученые теперь называют период, когда оно произошло, криогенным, или *сверхледниковым*. Такое положение более широко известно как «Земля-снежок».[367]

Сравнение со снежком лишь с большой натяжкой отражает смертоносный характер случившегося. Согласно теории, из-за падения интенсивности солнечного излучения на 6 % и снижения поступления (или утраты) парниковых газов Земля перестала сохранять тепло. Она

целиком превратилась в Антарктиду. Температуры упали аж на 45 градусов Цельсия. Вся поверхность планеты, видимо, замерзла, толщина океанского льда в высоких широтах достигала 800 метров и десятков метров даже в тропиках.

В связи со всем этим возникает серьезная проблема: геологические данные указывают на наличие льда всюду, в том числе близ экватора, а биологические так же уверенно утверждают, что где-то должна была быть открытая вода. Начать с того, что выжили цианобактерии, а они вырабатывают энергию за счет фотосинтеза. Для этого им нужен солнечный свет, но если вам когда-нибудь приходилось смотреть сквозь лед, то вы по опыту знаете, что, утолщаясь, он быстро теряет прозрачность и, достигнув толщины всего нескольких метров, совсем не пропускает свет. Предлагались два возможных решения. Одно состоит в том, что небольшие участки открытой воды все же оставались (например, вокруг каких-нибудь горячих точек); другое состоит в том, что лед образовался таким образом, что продолжал просвечивать, — такое в природе иногда случается.

Если Земля вся замерзла, возникает очень трудный вопрос: каким образом она снова разогрелась? Покрытая льдом планета должна была отражать так много тепла, что оставалась бы навечно замерзшей. Похоже, что спасение могло прийти из наших расплавленных недр. Возможно, своим появлением здесь мы еще раз обязаны тектонике. По этой гипотезе, нас выручили вулканы, которые пробились сквозь похороненную подо льдом поверхность, выбрасывая массу тепла и газов, растопивших снега и воссоздавших атмосферу.[368] Интересно, что конец этого сверххолодного эпизода отмечен кембрийским взрывом — весенней порой в истории жизни. В действительности она, возможно, не была такой уж идиллической. Во время разогрева на Земле, вероятно, была самая бурная погода, какую она когда-либо переживала, с ураганными ветрами, достаточно мощными, чтобы вздымать волны высотою с небоскребы, и не поддающимися описанию ливнями.

Все это время трубочники, моллюски и другие формы живых организмов, державшиеся у горячих источников в глубине океана, без сомнения, продолжали вести себя, словно ничего не случилось, но все другие формы жизни на Земле, вероятно, находились на грани исчезновения. Но это было очень давно, и на данном этапе мы ничего не знаем об этом наверняка.

В сравнении с «криогенным» оледенением более поздние ледниковые периоды выглядят значительно скромнее, но, по нынешним земным меркам, они, конечно, были колоссальными. Висконсинский ледниковый щит, покрывавший значительную часть Европы и Северной Америки, местами был более трех километров толщиной и продвигался вперед со скоростью 120 метров в год. Даже передние края ледовых щитов могли достигать толщины почти 800 метров. Представьте, что вы стоите у основания ледяной стены такой высоты. Позади этого края на площади в миллионы квадратных километров не будет ничего, кроме льда, и лишь тут и там торчат несколько вершин самых высоких гор. Под весом такой массы льда проседали целые материки, и даже теперь, спустя 12 тысяч лет после отступления ледников, они все еще продолжают всплывать. Двигаясь, ледниковые щиты не просто оставляли понемногу валунов или длинные цепочки гравийных морен, но и наваливали целые земельные массивы — среди прочих Лонг-Айленд, Кейп-Код и Нантакет. Неудивительно, что геологи до Агассиза с трудом представляли их колоссальную способность преобразовывать ландшафты.

Если ледниковые щиты снова двинутся вперед, у нас нет ничего на вооружении, чтобы их отвести. В 1964 году в заливе Принца Уильяма на Аляске, на одном из крупнейших ледовых полей в Северной Америке, произошло самое мощное землетрясение, когда-либо отмеченное на материке. Оно оценивалось в 9,2 балла по шкале Рихтера. На линии разлома земля поднялась на целых шесть метров. Тряхнуло так сильно, что в Техасе из бассейнов выплескивалась вода. А как сказалось это небывалое сотрясение на ледниках залива Принца Уильяма? Никак. Они просто

впитали воду и продолжали двигаться.

Долгое время считалось, что мы вступали в ледниковые периоды и выходили из них постепенно, на протяжении сотен или тысяч лет, но теперь известно, что дело обстояло не так. Благодаря взятым в Гренландии кернам льда мы теперь располагаем подробной характеристикой климата за более чем сто тысяч лет, и то, что мы узнали, неутешительно. Они свидетельствуют, что большую часть недавней истории Земля была далеко не таким устойчивым и исполненным покоя местом, каким его знал цивилизованный мир, а скорее отчаянно шарахалась между периодами тепла и свирепого холода.

К концу последнего крупного оледенения около 12 тысяч лет назад Земля начала нагреваться, причем довольно быстро, но затем примерно на тысячу лет внезапно погрузилась в страшный холод — событие, известное науке как поздний дриас. (Название происходит от арктического растения дриады, которое одним из первых заселило сушу, освобожденную отступившим ледниковым щитом. Был также ранний дриас, но не столь резкий и суровый.) В конце этого тысячелетнего наступления средние температуры подскочили снова, на целых 4 градуса Цельсия за 20 лет, что не звучит особо драматично, но равнозначно изменению всего за двадцать лет скандинавского климата на средиземноморский. В отдельных областях изменения были еще более внушительными. Взятые в Гренландии керны показывают, что температуры там изменялись за десять лет аж на 8 градусов, коренным образом меняя характер выпадения осадков и условия жизни растений. Даже для малонаселенной планеты это должно было быть весьма некомфортно. Сегодня последствия таких перепадов почти невозможно себе представить.

Но что больше всего тревожит, так это то, что мы не имеем представления — причем никакого, — что за природные явления могли бы так резко встряхивать земной термометр. Как заметила в журнале «Нью-Йоркер» Элизабет Колберт,[369] «ни одна известная нам внешняя сила, даже труднопредставимая, не в состоянии так резко и так часто гонять температуру то вверх, то вниз, как об этом свидетельствуют керны». Кажется, добавляет она, существует «какой-то огромный ужасный замкнутый круг», возможно, включающий океаны и факторы, нарушающие нормальную циркуляцию их течений, но все это очень далеко от нашего понимания.

Одна из теорий сводится к тому, что обильный приток талой воды в моря в начале позднего дриаса понизил соленость (и тем самым плотность) воды в северных океанах, заставив Гольфстрим свернуть на юг, подобно водителю, избегающему столкновения. Лишенные приносимого Гольфстримом тепла северные широты снова погрузились в холод. Но это ни в коей мере не объясняет, почему тысячу лет спустя, когда Земля еще раз разогрелась, Гольфстрим не повернул, как делал это раньше. Вместо этого мы получили необычайно спокойный период, известный как голоцен, в котором мы ныне и живем.

Нет оснований считать, что этот период климатической устойчивости должен длиться еще дольше. В действительности, прогнозируют некоторые авторитеты, будет даже хуже. Естественно предположить, что глобальное потепление станет полезным противовесом стремлению Земли снова погрузиться в ледниковое состояние. Однако, как указывает Колберт, когда имеешь дело с неустойчивым и непредсказуемым климатом, «последнее дело — проводить с ним обширные неконтролируемые эксперименты». Высказывалось даже предположение, более правдоподобное, чем это может показаться на первый взгляд, что наступление ледникового периода может быть спровоцировано повышением температуры. Легкое потепление могло бы усилить испарение и увеличить облачность, что привело бы к более интенсивному накоплению снега в высоких широтах. Как это ни парадоксально, но глобальное потепление вполне способно привести к сильному локальному охлаждению в Северной Америке и на севере Европы.

Климат — это производное такого множества переменных: повышения и понижения содержания углекислого газа, подвижек материков, солнечной активности, величавых покачиваний циклов Миланковича, — что трудно постичь умом события прошлого и предсказать события будущего. Многое просто выше нашего понимания. Взять хотя бы Антарктиду. На протяжении 20 млн лет после того, как она обосновалась на Южном полюсе.

Антарктида была покрыта растительностью и свободна ото льда. Такое кажется просто невозможным.

Не менее интригующими являются известные нам районы обитания некоторых поздних динозавров. Британский геолог Стивен Драри отмечает, что в лесах в десяти градусах широты от Северного полюса обитали крупные животные, включая тираннозавров. «Довольно странно, — пишет он, — ибо в этих высоких широтах темно три месяца в году». Более того, теперь есть свидетельства, что в этих широтах бывали суровые зимы. Исследования с помощью изотопов кислорода показывают, что в поздний меловой период климат вокруг Фербенкса на Аляске был примерно таким же, что и теперь. Так что же там делал тираннозавр? Или он ежегодно мигрировал на огромные расстояния, или большую часть года бродил во тьме по сугробам. В Австралии же, которая в ту пору была расположена ближе к полюсу, уйти в более теплые края было невозможно. Как динозаврам удавалось выживать в этих условиях, остается только гадать.[370]

Следует иметь в виду, что если по какой-то причине снова начнут образовываться ледниковые щиты, то на этот раз для них будет намного больше воды. Великие озера, Гудзонов залив, бесчисленные озера Канады — в прошлый ледниковый период их не было. Их создал ледник.

С другой стороны, следующий этап нашей истории может стать свидетелем того, что мы будем растапливать много льда, а не наращивать его. Если бы растаяли все ледяные щиты, уровень моря поднялся бы на 80 метров — высоту 25-этажного здания — и были бы затоплены все прибрежные города в мире. Более вероятен, по крайней мере, в недалеком будущем, распад ледникового щита Западной Антарктики. За последние пятьдесят лет вода вокруг него нагрелась на 2,5 градуса Цельсия и обрушения резко участились. Геологическое строение этой области еще больше увеличивает возможность крупномасштабного коллапса. Если это случится, глобальный уровень моря поднялся бы — и довольно быстро — в среднем на 4,5–6 метров.[371]

Поразительно, но мы не знаем, что более вероятно: предложит ли нам будущее века адских холодов или не менее жаркой духоты. Несомненно лишь одно: мы живем на лезвии ножа.

Между прочим, в конечном счете ледниковые периоды — совсем не плохое дело для планеты. Они перемалывают скалы, оставляя за собой великолепную плодородную почву, и образуют пресноводные озера, изобилующие пищей для сотен видов живых существ. Они побуждают к миграции и поддерживают динамичное развитие планеты. Как заметил Тим Флэннери: «Единственный вопрос, который надо задать о континенте, чтобы узнать судьбу его обитателей: "Был ли у вас хороший ледниковый период?"» И имея это в виду обратим теперь внимание на вид обезьян, который действительно хорошо провел это время.

28
ТАИНСТВЕННОЕ ДВУНОГОЕ

Как раз в канун Рождества 1887 года молодой голландский врач с неголландским именем Мари Эжен Франсуа Тома Дюбуа* прибыл на Суматру в Голландской Ост-Индии с намерением найти самые ранние останки человека на Земле.

--

** (Дюбуа, хотя и голландец, был родом из Эйсдена, городка, граничащего с франкоязычной частью Бельгии.)*

Все это мероприятие было несколько необычным. Начать с того, что раньше никто никогда не занимался поисками древних человеческих костей. Все, что находили до этого, находили случайно, и ничто в образовании Дюбуа не свидетельствовало, что он был идеальным кандидатом для заранее намеченных поисков. По образованию он был анатомом и не имел никакой подготовки как палеонтолог. Не было никаких особых причин предполагать, что в Ост-Индии находились останки древнего человека. Логика диктовала, что если вообще можно найти древнего человека, то искать его надо на крупных, давно населенных массивах суши, а не на сравнительно недоступном архипелаге. Дюбуа привели в Ост-Индию не более как интуиция, наличие работы и осведомленность о том, что на Суматре полно пещер, а как раз в пещерах к тому времени было сделано большинство важных находок ископаемых гоминидов*. Что во всем этом самое необычное — чуть ли не сверхъестественное, — он нашел то, что искал.

--

** (Люди помещены в семейство гоминидов (Hominidae). В число его представителей входят все предки человека (включая вымерших), с которыми наше родство ближе, чем с любым продолжающим существовать шимпанзе. А человекообразные обезьяны тем временем собраны в подотряд антропоидов (Anthropomorphidae), в котором выделяют семейство понгид (Pongidae), включающее крупных человекообразных обезьян: шимпанзе, горилл и орангутанов. Многие авторитетные ученые считают, что понгид тоже следует сделать подсемейством гоминидов, причем людей и шимпанзе выделить в подсемейство гоминин (Hominina). В таком случае существа, традиционно называвшиеся гоминидами, становятся гомининами. (Такого наименования добиваются Лики и др.) А охватывающее нас и всех человекообразных обезьян надсемейство получает название гоминоидов (Hominoidea). (В ходу также и другие схемы классификации. — Прим. научн. ред.))*

Когда Дюбуа задумал найти недостающее звено, ископаемых останков человека насчитывалось немного: 5 неполных скелетов неандертальцев, одна неполная челюстная кость неопределенного происхождения да полдюжины человеческих существ ледникового периода, найденных железнодорожными рабочими во французской пещере Кро-Маньон, расположенной в отвесной скале. Из неандертальцев лучше всего сохранившийся экземпляр лежал никем не замечаемый на полке в Лондоне. Его нашли в 1848 году рабочие, подрывавшие горную породу в каменоломне на Гибралтаре, так что он чудом остался цел, но, к сожалению, никто тогда не оценил находку. После краткого сообщения на собрании Гибралтарского научного общества его отправили в Хантеровский музей, где больше 50 лет его никто не тревожил, разве что время от времени слегка смахивали пыль. Первое надлежащим образом составленное его описание появилось лишь в 1907 году, да и то выполненное геологом «с поверхностным знанием анатомии» Уильямом Солласом.[372]

Так что название и честь открытия первых первобытных людей достались долине Неандер в Германии — что весьма уместно, ибо по поразительному совпадению «неандер» по-гречески означает «новый человек». Тогда, в 1856 году, рабочие еще одной каменоломни на склоне крутого утеса над рекой Дюссель нашли странные кости, которые они, зная, что местный школьный учитель интересуется всякими природными предметами, передали ему. Надо отдать должное Иоганну Карлу Фульроту так звали учителя, он понял, что это новый тип человеческого существа, хотя вопрос о его видовой принадлежности некоторое время оставался предметом споров.

Многие отказывались признавать, что кости неандертальца вообще древние. Профессор Боннского университета Август Майер, пользовавшийся большим авторитетом, утверждал, что это всего лишь кости казака-монгола, раненного в боях в Германии и заползшего в пещеру умирать. Узнав об этом, Т. Г. Гексли в Англии скептически заметил, что поразительно, как этот смертельно раненный солдат взобрался по крутой скале на 20 метров, освободился от одежды и личных вещей, завалил вход в пещеру и похоронил себя под двумя футами земли. Другой антрополог, ломавший голову над тяжелыми надбровьями неандертальца, высказал предположение, что он долго ходил хмурый из-за того, что плохо срастался перелом предплечья. (В стремлении отвергнуть идею существования древних людей авторитеты были готовы ухватиться за самые необычные идеи. Примерно в то время, когда Дюбуа собирался на Суматру, найденный в Перигё скелет был уверенно объявлен принадлежавшим эскимосу. Что было делать древнему эскимосу на юго-западе Франции, никто толком не объяснил. На самом деле это был ранний кроманьонец.)

Вот в такое время Дюбуа начал поиски костей древнего человека. Сам он раскопок не производил, а пользовался трудом 50 каторжников, выделенных голландскими властями. Год они работали на Суматре, потом перебрались на Яву. И там в 1891 году Дюбуа — или, скорее, его команда, ибо сам Дюбуа редко бывал на раскопках — нашел часть черепа древнего человека, ныне известного как тринильский череп.[373] Хотя это была только часть черепа, она свидетельствовала, что черты лица его обладателя были определенно не человеческими, но мозг был значительно больше, чем у любой человекообразной обезьяны. Дюбуа дал ему название *Anthropithecus erectus* (позднее по техническим соображениям замененное на *Pithecanthropus erectus*, т. е. обезьяночеловек прямоходящий, или питекантроп[374]) и объявил его отсутствовавшим звеном между обезьянами и людьми. Находка скоро получила популярное название «яванского человека». Сегодня мы знаем его как *Homo erectus* — человек прямоходящий, или просто эректус.

На следующий год рабочие Дюбуа нашли практически целую бедренную кость, выглядевшую на удивление современной. Многие антропологи и в самом деле считают, что она современная и не имеет ничего общего с яванским человеком. Если это кость прямоходящего, она не похожа на найденные позже. Тем не менее Дюбуа воспользовался этой костью для обоснования вывода — как оказалось, правильного — о том, что питекантроп ходил выпрямившись. Располагая только кусочком черепа и одним зубом, ученый также создал модель полного черепа, которая тоже оказалась поразительно точной.

В 1895 году Дюбуа вернулся в Европу, рассчитывая на триумфальную встречу. Наделе он столкнулся с почти прямо противоположной реакцией. Большинству ученых не понравились ни его выводы, ни самонадеянность, с какой он их представлял. Череп, говорили они, принадлежит человекообразной обезьяне, вероятно, гиббону, а не первобытному человеку. Рассчитывая на поддержку, Дюбуа в 1897 году позволил пользовавшемуся уважением анатому из Страсбургского университета Густаву Швальбе сделать слепок черепа. К крайнему недоумению и огорчению Дюбуа, Швальбе воспользовался слепком для написания монографии, получившей куда более

благожелательный отклик, чем все написанное ранее Дюбуа, а затем совершил лекционное турне, во время которого его встречали так, будто это он откопал череп. Потрясенный и обозлившийся Дюбуа удалился на малозаметную должность профессора геологии Амстердамского университета и следующие 20 лет никому не показывал свои бесценные находки. Умер он в 1940 году несчастным человеком.

Между тем в конце 1924 года на противоположном конце света от Европы заведующему кафедрой анатомии Уитуотерсрэндского университета в Иоганнесбурге уроженцу Австралии Раймонду Дарту прислали маленький, но в высшей степени полный череп ребенка с неповрежденной лицевой частью, нижней челюстью и отпечатком мозга, который был найден в известняковом карьере на краю пустыни Калахари в пыльной дыре под названием Таунг. Дарт сразу увидел, что таунгский череп принадлежал не *Homo erectus,* как в случае с «яванским человеком» Дюбуа, а более раннему, более схожему с обезьяной существу. Он определил его возраст в 2 млн лет и окрестил его *Australopithecus africanus,* или «южной обезьяной из Африки».[375] В опубликованной в журнале *Nature* статье Дарт назвал таунгские останки «поразительно человеческими» и, чтобы найти место находке, высказался за введение совершенно нового семейства, *Homo simiadae* («человеко-обезьяны»).

Авторитеты были еще менее расположены к Дарту, чем в свое время к Дюбуа. Их раздражало почти все, что касалось его теории, и почти все, что касалось самого Дарта. Прежде всего, он проявил себя ужасно самонадеянным: проводил исследование сам, вместо того чтобы прибегнуть к помощи более умудренных экспертов. Даже выбранное им название, «австралопитек», свидетельствовало о нехватке учености, поскольку объединяло греческий и латинский корни. И, самое главное, его выводы не считались с общепризнанными истинами. Тогда все считали, что люди и обезьяны разделились по крайней мере 15 млн лет назад в Азии. Если же люди возникли в Африке, тогда, боже мой, получается, что все мы *негроиды*. Это все равно как если бы кто-нибудь сегодня объявил, что нашел кости дальних предков человека, скажем, в штате Миссури. Словом, концы с концами не сходились.

Единственным заслуживающим внимания сторонником Дарта был шотландец Роберт Брум, врач и палеонтолог, человек большого ума и со многими странностями. Например, в обычае Брума было работать в поле нагишом, когда было тепло, а это бывало часто. Он также известен своими сомнительными анатомическими экспериментами на более бедных и доступных пациентах. Когда пациенты умирали, что тоже бывало часто, он иногда хоронил их тела в садике за домом, чтобы потом откапывать и изучать.

Брум был опытным палеонтологом, и поскольку он тоже жил в Южной Африке, то получил возможность непосредственно исследовать таунгский череп. Он сразу увидел, что, как и полагал Дарт, находка очень важная, и решительно поддержал коллегу, но без особого успеха. Следующие 50 лет бытовало мнение, что таунгский ребенок был не более чем человекообразной обезьяной. В большинстве учебников о нем даже не упоминалось. Дарт пять лет работал над монографией, но не смог найти издателя. В конце концов он оставил поиски (хотя продолжал охотиться за ископаемыми). Череп — ныне считающийся ценнейшим сокровищем антропологии — много лет пролежал на столе одного из его коллег в качестве пресс-папье.

Когда в 1924 году Дарт выступал со своим сообщением, было известно лишь четыре вида древних гоминидов: гейдельбергский человек *(Homo heidelbergensis)*, родезийский человек *(Homo rhodesiensis)*, неандерталец и яванский человек Дюбуа. Но в этой области еще предстояли масштабные изменения.

Сначала в Китае способный канадский любитель Давидсон Блэк стал копать на так называемом Холме костей дракона, известном в тех краях как подходящее место для поисков старых костей. К сожалению, вместо того чтобы сохранять кости для изучения, китайцы

размалывали их для приготовления лекарств. Можно только догадываться, сколько бесценных костей *Homo erectus* превратились в китайский эквивалент порошка Бичема.[376] К моменту появления там Блэка место раскопок уже сильно обеднело, однако он отыскал один окаменевший коренной зуб и на основе этой единственной находки с большим блеском объявил об открытии синантропа[377] пекинского *(Sinanthropuspekinensis),* быстро получившего известность как «пекинский человек».

По настоянию Блэка были предприняты более целенаправленные раскопки и найдено много других костей. К сожалению, они были утрачены на следующий день после нападения японцев в 1941 году на Пёрл-Харбор, когда группа американских морских пехотинцев, пытавшихся вывезти кости из страны (и самим унести ноги), была перехвачена японцами и попала в плен. Японские солдаты, увидев, что в корзинах ничего нет, одни кости, бросили их на обочине. Больше их не видали.

Между тем в старых охотничьих угодьях Дюбуа, на Яве, бригада, возглавляемая Ральфом фон Кёнигсвальдом, нашла на раскопках в селении Нгандонг на реке Соло еще одну группу первобытных людей, ставших известными как «люди Соло». Открытия Кёнигсвальда могли бы стать еще более впечатляющими, если бы не тактическая ошибка, которую осознали слишком поздно. Он предложил местным жителям по 10 центов за каждый кусок кости гоминида, а потом, к своему ужасу, обнаружил, что они, дабы получить побольше, с воодушевлением разбивали на части большие куски.

В следующие годы по мере обнаружения и идентификации новых костей хлынул поток новых названий — *Homo aurignacensis, Australopithecus transvaalensis, Paranthropus crassidens, Zinjanthropus boisei* и десятки других. Почти все они подразумевали новый род и новый вид. К 1950-м годам количество названий гоминидов перевалило за сотню. Путаница еще больше усугублялась тем, что в процессе доработки и переработки классификации, сопровождаемой ссорами по пустякам, палеоантропологи частенько награждали одни и те же разновидности целой чередой различных названий. Люди Соло были известны под разными названиями: *Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus, Homo neanderthalensis soloensis, Homo sapiens soloensis, Homo erectus erectus* и, наконец, просто *Homo erectus.*

Пытаясь навести какой-то порядок, Ф. Кларк Хоуэлл из Чикагского университета в 1960 году, вслед за Эрнстом Майром и другими учеными предыдущего десятилетия, предложил урезать число родов всего до двух — *Australopithecus* и *Homo* (австралопитека и человека) — и рационализировать названия множества видов. И яванский, и пекинский человек стали *Homo erectus.* В мире гоминидов на время воцарился порядок. Но ненадолго.

После десятка лет относительного затишья палеоантропология вступила еще в один период следовавших одно за другим многочисленных открытий, поток которых еще не ослабел. 1960-е годы дали человека умелого *(Homo habilis),* которого некоторые считали отсутствовавшим звеном между обезьянами и людьми, другие же вообще не считали отдельным видом. Затем (среди множества прочих) последовали *Homo ergaster* (человек работающий), *Homo louisleakeyi, Homo rudolfensis* (человек с озера Рудольфа), *Homo microcranus* и *Homo antecessor* (человек предшествующий), а также уйма австралопитеков: *A. afarensis* (афарский), *A. praegens, A. ramidus, A. walkeri, A. anamensis* (озерный[378]) и другие. Всего в современной литературе признается около 20 разновидностей гоминидов. Но, к сожалению, вряд ли найдешь двух экспертов, выделяющих эти 20 разновидностей одинаково.

Некоторые продолжают придерживаться двух родов гоминидов, предложенных в 1960 году Хоуэллом, но другие помещают отдельных представителей рода австралопитеков в отдельный род, названный *Paranthropus* (парантроп), а третьи добавляют более раннюю группу, названную

Ardipithecus (ардипитеки). Некоторые причисляют вид *praegens* к австралопитекам, другие классифицируют его как *Homo anticuus* (человек древний), но большинство вообще не признает *praegens* в качестве отдельного вида. Нет центрального органа, который бы выносил решения по этим вопросам. Единственный путь признания названия — консенсус, общее согласие, но зачастую такого согласия очень не хватает.

Как ни парадоксально, проблема в значительной степени вызвана нехваткой фактов. С начала времен на планете жило несколько миллиардов человеческих (или человекообразных) существ, а каждое из них вносило свою долю генетических изменений в человеческую родословную. И при таком огромном количестве все наше знание человеческой предыстории основывается на останках, часто очень неполных, возможно, около пяти тысяч индивидуумов. «Все их можно поместить в кузове пикапа, если не бояться перемешать», — ответил мне бородатый дружелюбный хранитель отдела антропологии Американского музея естественной истории в Нью-Йорке Иан Таттерсолл, когда я спросил о величине мирового фонда костей гоминидов и первобытных людей.

Нехватка не ощущалась бы так остро, если бы кости распределялись равномерно во времени и пространстве, но, конечно, дело обстоит не так. Они появляются случайно, часто самым непостижимым образом. *Homo erectus* ходил по Земле значительно больше миллиона лет и населял территорию от атлантического края Европы до тихоокеанских берегов Китая, но если оживить всех эректусов, наличие которых можно подтвердить, они бы поместились в школьном автобусе. Образцов человека умелого *(Homo habilis)* еще меньше: всего 2 неполных скелета да несколько разрозненных конечностей. А что-нибудь столь недолговечное, как наша собственная цивилизация, без сомнения, было бы невозможно определить по ископаемым остаткам.

«В Европе, — предлагает в качестве иллюстрации Таттерсолл, — имеются черепа гоминидов в Грузии, датированные примерно 1,7 млн лет, но потом вы имеете пробел почти в миллион лет, прежде чем на другом конце континента, в Испании, появляются следующие останки, а затем снова пробел в триста тысяч лет, прежде чем вы получаете гейдельбергского человека. И нельзя сказать, что они страшно похожи друг на друга, — улыбается он. — Вот на основе таких разрозненных обломков и пытаются воссоздать истории целых видов. Довольно трудная задача. Мы очень плохо представляем себе взаимосвязи многих древних видов — какие из них привели к нам, а какие оказались эволюционными тупиками. Некоторые, возможно, не тянут на то, чтобы вообще называться отдельными видами».

Отрывочность сведений приводит к тому, что каждая новая находка кажется неожиданной и отличной от всех предыдущих. Если бы мы располагали десятками тысяч скелетов, равномерно распределенными по времени, то наблюдали бы явно более широкий диапазон вариаций. Новые виды не появляются целиком в мгновение ока, как можно заключить из ископаемых остатков, а постепенно развиваются из других, уже существующих видов. Чем ближе к точке расхождения, тем больше сходства, так что бывает исключительно трудно, а иногда и невозможно отличить позднего *Homo erectus* от раннего *Homo sapiens,* поскольку не исключено, что оба могут быть и тем и другим или ни тем ни другим. Подобные расхождения часто могут возникать и в связи с идентификацией на основе разрозненных остатков, например при решении, принадлежит ли конкретная кость австралопитеку Бойса *(Australopithecus boisei)* женского пола или человеку умелому мужского пола.

При таком малом количестве бесспорных фактов ученым приходится делать предположения на основе других найденных поблизости предметов, но такие суждения могут быть не более чем смелыми догадками. Как скептически заметили Алан Уокер и Пэт Шипман,[379] если соотносить найденные орудия с обнаруженными поблизости видами живых существ, то пришлось бы сделать вывод, что древние орудия труда в основном изготавливались

антилопами.

Пожалуй, ничто лучше не служит примером подобной неразберихи, как беспорядочная куча противоречий, которая называлась человеком умелым *(Homo habilis)*. Проще говоря, кости *habilis* — это бессмыслица. Если их расположить по порядку, то окажется, что особи мужского и женского пола эволюционировали разными темпами и в разных направлениях — со временем мужской пол становился меньше схожим с обезьянами и больше с людьми, тогда как у женского в тот же период, похоже, оставалось меньше человеческого и появлялось больше обезьяньего. Многие авторитеты вообще не считают *habilis* оправданной категорией. Таттерсолл и его коллега Джеффри Шварц отвергают его, считая «мусорной корзиной видов», в которую «сподручно сваливать» разрозненные ископаемые. Даже те, кто видит в *habilis* самостоятельный вид, не могут достичь согласия о том, принадлежит ли он к одному с нами роду или же является побочной ветвью, заканчивающейся ничем.

И, наконец, во всей этой неразберихе определяющую роль играет человеческая природа. Ученые, естественно, склонны толковать находки в таком свете, какой больше всего льстит им. Право, редко найдешь палеонтолога, который сообщил бы, что нашел целый клад костей, но они не стоят излишних волнений. Как еще довольно мягко замечает в своей книге «Отсутствующие звенья» Джон Ридер:[380] «Поразительно, до чего же часто изначальные интерпретации новых свидетельств подтверждают предвзятое мнение их первооткрывателя».

Все это, конечно, дает простор спорам, а никто так не любит поспорить, как палеоантропологи. «Из всех научных дисциплин палеоантропология, пожалуй, может похвастаться самой большой долей людей с завышенным самомнением», — пишут авторы свежей книги «Яванский человек».[381] Книга, которая, надо сказать, сама содержала длинные пассажи с очень и очень несдержанной критикой недостатков других ученых, в особенности Дональда Джохансона,[382] в прошлом бывшего близкого коллеги авторов.

Итак, принимая во внимание, что в предыстории рода человеческого имеется мало такого, что бы кто-нибудь где-нибудь не поставил под сомнение, кроме того, что она определенно у нас есть, все предположения о нашей природе и происхождении приблизительно сводятся к следующему.

Первые 99 % нашей истории как живых существ мы принадлежали к той же наследственной линии, что и шимпанзе. О предыстории шимпанзе практически ничего не известно, но мы были тем же, что и они. Потом, примерно 7 млн лет назад, произошло что-то значительное. Из тропических лесов Африки вышли новые существа и начали передвигаться по открытым пространствам саванн.

Это были представители рода австралопитеков, и следующие 5 млн лет они станут преобладающим видом гоминидов в мире. (Корень «австрал» происходит от латинского слова «южный» и в данном случае не имеет отношения к Австралии.) Было несколько разновидностей рода австралопитеков: некоторые хрупкие и стройные, как таунгский ребенок Раймонда Дарта, другие покрепче и покоренастее, но все могли ходить выпрямившись. Некоторые из видов существовали значительно больше миллиона лет, другие поскромнее, несколько сот тысяч лет. Но не стоит забывать, что даже за плечами наименее удачливых история во много раз длиннее нашей.

Самые знаменитые останки гоминида принадлежат насчитывающей 3,18 млн лет представительнице рода австралопитеков, найденной в 1974 году группой, возглавлявшейся Дональдом Джохансоном в Хадаре (Эфиопия). Скелет, официально обозначаемый AL 288-1,[383] приобрел более широко известное имя Люси, по названию песни «Битлов» «Люси в небесах с алмазами». Джохансон никогда не сомневался в ее значимости. «Она наш самый ранний предок,

недостающее звено между обезьяной и человеком», — утверждал он.

Люси была крошечной — ростом всего 3,5 фута. Она могла ходить на двух ногах, хотя насколько хорошо — вопрос спорный. Она явно неплохо карабкалась по деревьям. Кроме этого мало что известно. Череп почти полностью отсутствовал. Так что о величине мозга мало что можно было сказать, хотя фрагменты черепа указывали на то, что он был небольшим.[384] В большинстве книг говорится, что скелет Люси сохранился на 40 %, хотя некоторые оценивали сохранность ближе к половине. В одной книге, изданной Американским музеем естественной истории, говорилось о сохранности на две трети, а в программе Би-би-си «Обезьяночеловек» упоминалось о «полном скелете», хотя на экране было видно, что это далеко не так.

Человеческое тело включает 206 костей, но многие из них повторяются. Если имеется левая бедренная кость экземпляра, вам не нужна правая, чтобы узнать ее размеры. Удалите все повторяющиеся кости, и останется 120 — то, что называют полускелетом. Даже при таком удобном подходе и если даже считать мельчайшие осколки за целые кости, Люси составляла только 28 % полускелета (и менее 20 % полного).

Алан Уокер в книге «Мудрость костей» рассказывает, что он однажды спросил Джохансона, как тот получил величину 40 %. Джохансон беспечно ответил, что он не брал во внимание 106 костей рук и ног — больше половины всех костей, к тому же, надо сказать, очень важной половины, поскольку главной отличительной особенностью Люси было использование этих рук и ног применительно к менявшемуся миру. Во всяком случае, о Люси известно значительно меньше, чем обычно считают. По существу даже неизвестно, была ли она женщиной. Предположение относительно пола основывается лишь на ее малых размерах.

Через два года после открытия Люси Мэри Лики нашла в Летоли, в Танзании, отпечатки ног двух особей, как считают, из того же семейства гоминидов. Отпечатки были оставлены двумя представителями рода австралопитеков, проходившими по мокрому пеплу после извержения вулкана. Пепел потом затвердел, сохранив отпечатки на расстоянии более 23 метров.

В Американском музее естественной истории в Нью-Йорке есть захватывающая панорама, запечатлевшая момент их прохождения. На ней в натуральную величину помещены воссозданные особи мужского и женского пола, идущие рядом по первобытной африканской равнине. Они волосаты и размером с шимпанзе, но внешностью и походкой напоминают людей. Что самое поразительное в экспонате, так это оберегающий жест мужчины, положившего руку на плечо женщины. Трогательный заботливый жест, наводящий на мысль об их близости.

Картина настолько убедительна, что легко забываешь о том, что фактически все поверх отпечатков создано воображением. Почти все, что касается наружности двух фигур — степень волосатости, черты лица (были ли у них носы человека или шимпанзе), их выражение, цвет кожи, размер и форма женской груди, — неизбежно домысливается. Мы даже не можем утверждать, что они были парой. Женская фигура вполне могла оказаться детской. Нельзя с уверенностью сказать, что они принадлежали к роду австралопитеков. Предполагается, что они были таковыми за неимением других известных кандидатур.

Мне говорили, что их расположили таким образом, потому что во время создания диарамы женская фигура без конца валилась навзничь, но Таттерсолл со смехом отверг эту историю. «Мы, конечно, не знаем, обнимал ли мужчина женщину, но из измерения расстояния между следами нам известно, что они шли рядом, близко друг от друга, — достаточно близко, чтобы касаться друг друга. Местность довольно открытая, так что, вероятно, они чувствовали себя незащищенными. Потому-то мы попытались придать им слегка обеспокоенное выражение».

Я спросил, не смущает ли его излишняя вольность при воссоздании этих фигур. «При реконструкциях всегда возникает эта проблема, — охотно соглашается он. — Вы не поверите,

сколько может быть горячих дискуссий, прежде чем прийти к решению таких мелочей, как были ли у неандертальцев брови или нет. То же самое было и с этими фигурами. Мы просто не можем подробно представить их облик, но *можем* передать размер, осанку и сделать разумные предположения об их вероятной внешности. Если бы мне пришлось делать это снова, думаю, что я, возможно, сделал бы их больше похожими на обезьян и меньше на людей. Эти существа не были людьми. Они были двуногими человекообразными обезьянами».

До самого последнего времени предполагалось, что мы происходим от Люси и существ из Летоли, но теперь многие авторитеты не так уверены в этом. Хотя определенные физические особенности (например, зубы) говорят о возможной связи между нами, другие аспекты анатомического строения особей рода австралопитеков вызывают больше затруднений. В своей книге «Вымершие люди» Таттерсолл и Шварц обращают внимание на то, что верхняя часть бедра человека очень похожа на обезьянью, но не похожа на верхнюю часть бедра австралопитека; так что, если Люси находится на прямой линии между обезьянами и современными людьми, это означает, что мы сначала примерно на миллион лет переняли бедренную кость у австралопитеков, а потом на новом этапе своего развития вернулись к обезьяньему бедру. Они считают, что Люси не только не являлась нашим предком, но и была не ахти каким ходоком.

«Люси и ей подобные передвигались далеко не так, как современные люди, — настаивает Таттерсолл. — Только когда этим гоминидам приходилось менять лесные обиталища, оказывалось, что они идут на двух ногах «вынужденно», в силу своего анатомического строения». Джохансон с этим не согласен. «Бедра и расположение тазовых мышц Люси, — пишет он, — вызывали бы у нее, как и у современного человека, затруднения при лазании по деревьям».

Тумана добавили открытия еще четырех новых необычных экземпляров, сделанные в 2001 и 2002 годах. Один, обнаруженный Мив Лики из известной семьи охотников за ископаемыми у озера Туркана в Кении и получивший название *Kenyanthropus platyops* (кенийский плосколицый человек), относится примерно к тому времени, что и Люси, и увеличивает вероятность того, что именно он был нашим предком, а Люси принадлежала лишь к неудачливой побочной ветви. Кроме того, в 2001 году были найдены *Ardipithecus ramidus kadabba,*[385] датируемый 5,2–5,8 млн лет, и ороррин *(Orrorin tugenensis),* насчитывающий, как думают, 6 млн лет. Получалось, что это самый древний из найденных гоминидов, но такое положение продержалось недолго. Летом 2002 года группа французов, работавшая в пустыне Джураб в Чаде (район, где раньше никогда не находили древних костей), обнаружила гоминида, насчитывавшего почти 7 млн лет, которого назвали сахелантропом *(Sahelanthropus tchadensis)*[m]. (Некоторые критики считают, что это не человек, а древняя человекообразная обезьяна, и потому должна называться *Sahelpithecus*.[387]) Все они были очень древними существами, но ходили прямо и делали это значительно раньше, чем считалось прежде.

Хождение на двух конечностях — опасное и требующее усилий искусство. Оно подразумевает изменение формы таза, превращение его в приспособление для поддержания всего веса. Для придания требуемой прочности тазу родовые пути женщин должны быть сравнительно узкими. Это влечет за собой два очень важных прямых следствия и одно долгосрочное изменение. Первое — это сильные боли для роженицы и возросшая опасность смертельного исхода и для матери, и для ребенка. Кроме того, чтобы голова младенца прошла в узкий проход, он должен родиться, когда мозг еще невелик — и когда сам ребенок еще беспомощен. Это означает длительный уход за новорожденным, что, в свою очередь, подразумевает прочные узы между мужчиной и женщиной.

Все это создает достаточно проблем и для разумного хозяина планеты, а уж когда вы маленький уязвимый представитель рода австралопитеков, обладающий мозгом размером с апельсин*, риск, вероятно, был чудовищно велик.

-

** (Сам по себе размер мозга ни о чем не говорит. У слонов и китов мозг больше нашего, но вам не составит большого труда перехитрить их за столом переговоров. Значение имеет относительная величина, что часто упускают из виду. Как отмечает Гоулд, у австралопитека африканского (A. africanus) мозг достигал всего 450 см^3, меньше, чем у гориллы. Но обычный africanus мужского пола весил менее 45 кг, а женского и того меньше, тогда как вес гориллы свободно достигает более 150 кг.)*

Так почему Люси и ей подобные спустились с деревьев и вышли из лесов? Вероятно, у них не было выбора. Постепенный подъем Панамского перешейка отрезал приток воды из Тихого океана в Атлантический, отвел теплые течения от Арктики и вызвал наступление чрезвычайно сурового ледникового периода в северных широтах. В Африке это приводит к сезонным чередованиям засух и похолоданий, постепенно превращая джунгли в саванну. «Не столько Люси и ей подобные покинули леса, — пишет Джон Гриббин, — скорее, леса покинули их».[388]

Но выход в открытое пространство саванны явно делал ранних гоминидов намного менее защищенными. Выпрямившийся гоминид мог видеть дальше, но и его было легче заметить. Даже теперь мы как вид почти абсурдно слабы по сравнению с дикими животными. Назовите наугад любого крупного зверя, и он окажется сильнее, быстрее и зубастее нас. Оказавшись перед угрозой нападения, современные люди имеют лишь два преимущества. У нас хорошие мозги, благодаря которым мы можем пойти на хитрость; и у нас есть руки, чтоб бросать опасные предметы и размахивать ими. Мы единственные существа, которые могут причинить вред на расстоянии.[389] Поэтому мы можем позволить себе быть физически уязвимыми.

Казалось бы, налицо имелись все условия для быстрого развития мощного мозга, и тем не менее этого, кажется, не произошло. За более чем 3 млн лет Люси и ее сородичи австралопитеки практически ничуть не изменились. Мозг не вырос, и нет никаких признаков того, что они пользовались даже самыми примитивными орудиями.[390] Что еще более странно, так это то, что, как нам теперь известно, приблизительно миллион лет они жили бок о бок с другими ранними гоминидами, которые пользовались орудиями. Тем не менее представители рода австралопитеков не смогли перенять эти приспособления.

Похоже, одно время между 3 и 2 млн лет назад в Африке сосуществовало целых 6 разновидностей гоминидов. Однако сохраниться судьба выпала только одной: *Homo,* выплывшей из тумана времени около 2 млн лет назад. Никто толком не знает, какими были отношения между представителями рода австралопитеков и *Homo*. Но известно, что они сосуществовали больше миллиона лет, прежде чем представители рода австралопитеков примерно миллион лет назад таинственным образом и, возможно, внезапно исчезли. Никто не знает почему. «Возможно, — полагает Мэтт Ридли, — мы их съели».[391]

Обычно родословная *Homo* начинается с *Homo habilis,* существа, о котором мы почти ничего не знаем, и заканчивается нами, *Homo sapiens* (буквально: «человек-мыслитель»). Между ними и нами, в зависимости от того, чье мнение вы цените, насчитывается полдюжины других видов *Homo: Homo ergaster* (человек работающий), *Homo neanderthalensis* (человек неандертальский), *Homo rudolfensis* (человек рудольфский), *Homo heidelbergensis* (человек гейдельбергский), *Homo erectus* (человек прямоходящий) и *Homo antecessor* (человек

предшествующий).

Homo habilis был назван так в 1964 году Луисом Лики и его коллегами, потому что первым из гоминидов пользовался орудиями, хотя и очень простыми. Это было довольно примитивное существо, скорее шимпанзе, чем человек, но мозг у него был примерно на 50 % больше, чем у Люси, по весу и не намного меньше в отношении к общей массе тела. Так что это был Эйнштейн своего времени. Не нашлось ни одной убедительной причины, объяснявшей, почему 2 млн лет назад у гоминидов вдруг начал расти мозг. Долгое время предполагалось, что между крупным мозгом и прямохожением существует прямая связь — что выход из леса вызвал потребность выдумывать новые уловки и хитрости, что подталкивало развитие мозга, но после открытия такого множества двуногих тупиц, к большому удивлению, обнаружилось, что, по-видимому, между этими процессами нет связи.

«Мы просто не имеем ни единого веского объяснения того, почему человеческий мозг вырос таким большим», — говорит Таттерсолл. Громадный мозг требует многого: составляя всего 2 % массы тела, он потребляет 20 % его энергии. Он также сравнительно разборчив в отношении потребляемого им топлива. Если вы не съедите лишний кусочек сала, ваш мозг не станет жаловаться, потому что сам к нему не притрагивается. Вместо этого он требует глюкозы, причем много, даже если это вызывает ее нехватку для других органов. Как отмечает Гай Браун: «Тело подвергается постоянной опасности быть истощенным прожорливым мозгом, но не может позволить, чтобы мозг голодал, так как это приведет к скорой смерти». Крупный мозг требует больше пищи, а больше пищи означает больше риска.

Таттерсолл считает, что появление крупного мозга было эволюционной случайностью. Они со Стивеном Джеем Гоулдом думают, что если повторно проиграть пленку жизни — даже открутив назад сравнительно короткий отрезок до появления гоминидов, — «крайне маловероятно», что в результате вновь появятся современные люди или что-то вроде них.

«Людям труднее всего согласиться с мыслью, — говорит он, — что мы не являемся кульминацией эволюции. В нашем присутствии здесь нет ничего неизбежного. Отчасти из-за своего людского тщеславия мы склонны рассматривать эволюцию как процесс, по существу запрограммированный на создание нас с вами. Даже антропологи вплоть до 1970-х годов склонялись к этой точке зрения». Еще в 1991 году в популярном учебнике «Ступени эволюции» Ч. Лоринг Брейс упорно держался концепции линейного прогресса, признавая лишь один эволюционный тупик — дюжих австралопитеков. Все остальное представляло прямолинейное развитие — каждый вид гоминидов проносил эстафетную палочку до определенного места, затем передавал ее более молодому свежему бегуну. Однако теперь представляется вполне определенным, что многие из этих ранних видов свернули на боковые тропы, которые никуда не вели.

К счастью для нас, одна группа, владевшая орудиями, казалось бы, возникшая ниоткуда и частично совпавшая с неясными и вызывающими множество сомнений *Homo habilis,* привела к *Homo erectus,* виду, открытому Эженом Дюбуа в 1891 году на Яве. В зависимости от источника, по которому вы наводите справки, он существовал начиная с 1,8 млн лет назад и, возможно, до близких к нам 20 тысяч или около того лет назад.

Согласно авторам «Яванского человека», *Homo erectus* служат разделительной линией: все, что были до них, — обезьяноподобные, появившиеся после них — человекоподобные. Эректусы первыми стали охотиться, первыми пользовались огнем, первыми изготовляли сложные орудия, первыми оставили следы стоянок, первыми стали заботиться о больных и слабых.[392] По сравнению со всеми, кто был до него, у этого вида было много человеческого и во внешности, и в поведении. Его представители имели длинные конечности, были поджарыми, очень сильными (намного сильнее современных людей) и обладали решительностью и умственными

способностями, позволившими им успешно распространиться на огромных пространствах. Другим гоминидам эректусы, должно быть, казались ужасающе большими, сильными, быстроногими и сообразительными. Их мозг был намного изощреннее, чем у тех, кто когда-либо в прошлом обитал в этом мире.

По словам Алана Уокера из университета штата Пенсильвания, одного из мировых авторитетов в этой области, эректус был «велоцераптором[393] своего времени». Если бы вам пришлось заглянуть ему в глаза, они на первый взгляд могли бы показаться человеческими, «но контакта не получилось бы. В его глазах вы были бы жертвой». Согласно Уокеру у него была фигура взрослого, но его мозг был мозгом младенца.

Хотя эректус был известен почти целое столетие, его знали лишь по разрозненным фрагментам — их не хватало даже на один целый скелет. Вплоть до необычайного открытия в Африке в 1980-х годах его значение — или по меньшей мере возможное значение — как предшественника современных людей полностью не осознавалось.

В отдаленной долине озера Туркана (прежде озеро Рудольфа) в Кении теперь находится одно из самых богатых местонахождений с останками древнего человека. А ведь очень долгое время никто не удосуживался туда заглянуть. Лишь потому, что самолет, в котором находился Ричард Лики, отклонившись от курса, пролетел над долиной, исследователь понял, что место это более перспективное, чем о нем думали прежде. Туда была направлена группа, но сначала она ничего не нашла. Потом как-то раз в конце дня Камойя Кимеу, самый прославленный из работавших у Лики охотников за ископаемыми, на холме далеко от озера нашел небольшой кусок лобной кости гоминида. Место было малообещающим, но из уважения к интуиции Кимеу здесь все же стали копать. И, к общему удивлению, обнаружили почти целый скелет *Homo erectus*. Это был мальчик лет 9-10, умерший 1,54 млн лет назад. Скелет имел невиданное ранее, «вполне современное строение», пишет Таттерсолл. Турканский мальчик был, «безо всякого сомнения, одним из нас».

У озера Туркана Кимеу также нашел KNM-ER 1808, скелет женщины возрастом 1,7 млн лет, который впервые навел ученых на мысль, что *Homo erectus* много интереснее и сложнее, чем думали. Кости женщины были деформированы и покрыты грубыми наростами — следствие мучительного состояния, называемого *гипервитаминозом А*, которое может возникнуть только при приеме в пищу печени плотоядного животного.[394] Прежде всего, это свидетельствовало о том, что эректусы ели мясо. Еще более удивительным было то, что, судя по обилию наростов, болезнь у женщины длилась недели и даже месяцы. Кто-то за ней ухаживал. У гоминидов обнаруживались первые признаки чуткости к ближнему.

Было также обнаружено, что череп эректуса включает (или, по мнению некоторых исследователей, возможно, включает) центр Брока, участок передней доли мозга, связанный с речью. Мозг шимпанзе не обладает таким свойством.[395] Алан Уокер считает, что спинномозговой канал недостаточно велик и развит, чтобы стала возможной речь, и что *erectus,* вероятно, общались примерно таким же образом, что и шимпанзе. Другие, особенно Ричард Лики, убеждены, что они могли говорить.

Похоже, что какое-то время *Homo erectus* был единственным на Земле видом гоминид. Его представители были безрассудно смелыми и распространились по земному шару, как можно предположить, с поразительной быстротой. Ископаемые останки, если интерпретировать их без всяких поправок, наводят на мысль, что некоторые представители этого вида достигли Явы примерно одновременно, если не чуть раньше своего исхода из Африки. Это подтолкнуло отдельных не потерявших надежды ученых высказать предположение, что, возможно, современные люди появились вовсе не в Африке, а в Азии — что было бы удивительно, если не

сказать сверхъестественно, поскольку нигде за пределами Африки не найдено никаких предшествовавших видов. В таком случае азиатские гоминиды должны были бы появиться спонтанно. И, во всяком случае, азиатское начало всего лишь повернуло бы проблему распространения в обратную сторону; вам все равно придется объяснять, каким образом яванские люди так быстро попали в Африку.

Есть несколько более правдоподобных альтернативных объяснений того, как эректусам удалось оказаться в Азии так быстро после того, как они впервые появились в Африке. Во-первых, для датировок останков древних людей характерна большая неопределенность. Если реальный возраст африканских костей находится в верхней части диапазона оценок, или яванские в нижней его части, или то и другое вместе, тогда у африканских эректусов есть уйма времени, чтобы найти дорогу в Азию. Кроме того, вполне возможно, что кости более ранних эректусов еще ожидают своего открытия в Африке. И, наконец, яванские датировки вообще могут быть неправильными.

Что можно утверждать с определенностью, так это то, что в какое-то время более миллиона лет назад из Африки вышло сколько-то новых, сравнительно современных прямостоящих существ, которые уверенно расселились по значительной части земного шара. Они, вероятно, продвигались довольно быстро, распространяясь в среднем километров на 40 в год, преодолевая при этом горные хребты, реки, пустыни и другие препятствия и приспосабливаясь к климату и источникам питания. Особенно непостижимо, как они прошли вдоль западной стороны Красного моря, территории, известной суровым, изматывающим безводьем, еще более засушливой в прошлом. Странный поворот судьбы — условия, толкнувшие их на то, чтобы покинуть Африку, были значительно менее тяжелыми, чем то, что им предстояло испытать. И все же, так или иначе, им удалось преодолеть или обойти все преграды и преуспевать в лежавших за ними землях.

Боюсь, что на этом все согласие заканчивается. Что было с дальнейшим развитием человека — предмет, как мы увидим в следующей главе, долгих и яростных споров.

Однако, прежде чем продолжить повествование, стоит напомнить, что вся эта продолжавшаяся более 5 млн лет эволюционная толкотня в борьбе за место от далеких, озадаченных жизнью австралопитеков до современного человека привела к появлению существа, которое все еще на 98,4 % генетически неотличимо от нынешних шимпанзе. Между зеброй и лошадью или дельфинами белобочкой и морской свиньей больше различий, чем между вами и этими волосатыми созданиями, которых ваши дальние предки оставили позади, когда вознамерились покорить мир.

29
НЕУГОМОННАЯ ОБЕЗЬЯНА

Где-то около полутора миллионов лет назад какой-то забытый гений из мира гоминидов неожиданно сделал одну вещь. Он (или, вполне возможно, она) взял камень и использовал его для придания формы другому камню.[396] В результате получилось похожее внешне на слезу примитивное каменное рубило, которое стало первым в мире техническим достижением.

Оно настолько превосходило существовавшие орудия, что скоро у изобретателя появились последователи, которые стали делать собственные рубила. В конце концов возникли целые общины, которые, кажется, ничем больше не занимались. «Они производили их тысячами, — говорит Иан Таттерсолл. — В Африке есть места, где буквально нельзя сделать шагу, чтобы не наступить на них. Странно, потому что для того, чтобы сделать их, требуется много усилий. Похоже на то, что люди занимались этим просто ради удовольствия».

В своем залитом солнцем кабинете Таттерсолл снимает с полки и передает мне здоровенный слепок, с 0,5 м длиной и сантиметров 20 в поперечнике в самом широком месте. По форме он напоминает наконечник копья, но размером с камень, который, бывает, кладут, чтобы перейти через ручей. В стеклопластике он весит всего сотни граммов, но найденный в Танзании подлинник тянул на 11 кг.

«Он совершенно бесполезен как орудие, — говорит Таттерсолл. — Чтобы с ним работать, нужно два человека, но даже тогда было бы утомительно колотить им по чему-нибудь». — «Тогда для чего оно?»

Таттерсолл с довольным видом пожимает плечами: «Ни малейшего представления. Должно быть, имело какой-то символический смысл, но нам остается только гадать».

Эти каменные рубила стали известны как орудия ашельской культуры, по названию Сент-Ашель, пригорода Амьена на севере Франции, где в XIX веке были найдены первые образцы, в отличие от более ранних, более примитивных орудий, известных как олдувайские, впервые найденных в ущелье Олдувай в Танзании. В старых учебниках олдувайские орудия обычно изображаются как тупые, закругленные камни размером с кисть руки. Ныне палеоантропологи склонны считать, что олдувайские каменные орудия откалывались как раз от таких крупных камней, которые позднее сами применялись для откалывания.[397]

Но вот здесь и кроется тайна. Когда первые современные люди — те, которые в конечном счете стали нами, — где-то более 100 тысяч лет назад двинулись из Африки, ашельские орудия были лучшей на то время технологией.[398] Да и сами *Homo sapiens* очень любили свои ашельские орудия. Они брали их с собой в дальние странствия. Иногда они даже брали необработанные камни, чтобы потом делать из них орудия. Словом, они целиком отдавались своему увлечению. Однако хотя ашельские орудия находили по всей Африке, Европе и в Западной и Центральной Азии, их почти никогда не обнаруживали на Дальнем Востоке. Весьма загадочно.

В 1940-х годах палеонтолог из Гарварда Холам Мовиус провел черту, названную линией Мовиуса, разделяющую территории, где найдены ашельские орудия, и те, где их нет. Линия проходит в юго-восточном направлении через Европу и Ближний Восток до окрестностей нынешней Калькутты и до Бангладеш. За линией Мовиуса, во всей Юго-Восточной Азии и в Китае, найдены только более ранние примитивные олдувайские орудия. Известно, что *Homo sapiens* продвинулись значительно дальше этой линии. Тогда почему они не донесли до Дальнего Востока свой передовой способ изготовления каменных орудий, которым так дорожили?[399]

«Это долгое время меня волновало, — вспоминает Алан Торн из Австралийского национального университета в Канберре. — Вся современная антропология покоится на идее, что люди выходили из Африки двумя волнами: первая волна — *Homo erectus,* ставшие яванским, пекинским человеком и т. п., и более поздняя волна *Homo sapiens,* вытеснивших первую волну. Но согласиться считать, что *Homo sapiens* продвинулся так далеко со своей более передовой техникой, а затем по какой-то причине отказался от нее… Все это сбивает с толку, если не сказать больше».

Как оказалось, еще очень многое будет ставить в тупик, и одна из самых загадочных находок обнаружится в той части света, откуда родом сам Торн, в безлюдной части Австралии. В 1968 году один геолог по имени Джим Баулер ковырялся на дне давно пересохшего озера под названием Мунго в засушливом глухом углу на западе штата Новый Южный Уэльс, когда взгляд его наткнулся на что-то весьма неожиданное. Из изогнутого полумесяцем песчаного гребня торчали человеческие кости. В то время считалось, что люди находились в Австралии не более 8 тысяч лет, однако Мунго оставалось сухим 12 тысяч лет. Так что же тогда делал этот человек в таком негостеприимном месте?

Ответ дало радиоуглеродное датирование: обладатель костей обитал там, когда озеро Мунго куда лучше подходило для жизни, оно было длиной 20 километров, полным воды и рыбы и окаймленным приятными зарослями казуарины.[400] Ко всеобщему удивлению, оказалось, что костям 23 тысячи лет. Найденные неподалеку другие кости насчитывали даже 60 тысяч лет. Это было неожиданностью и казалось практически невозможным. С тех пор как на Земле появились гоминиды, Австралия не переставала быть островом. Любые человеческие существа могли появиться здесь, только прибыв по морю, причем, в достаточных количествах, чтобы составить размножающуюся популяцию. И это после плавания через сто или больше километров по открытому морю, не зная, что впереди ждет подходящий берег. Высадившись, люди Мунго затем должны были проделать путь от северного побережья Австралии — предполагаемого места проникновения — длиною в три тысячи километров внутрь страны, что дает основания предполагать, согласно сообщению в «Трудах Национальной академии наук»,[401] «что люди, возможно, впервые прибыли значительно раньше, чем 60 тысяч лет назад».

Как они туда попали и почему туда отправились — вопросы, на которые нельзя ответить. Согласно большинству книг по антропологии, нет никаких свидетельств, что 60 тысяч лет назад люди могли объясняться, не говоря уже о совместных усилиях, необходимых для строительства морских судов и освоения островных материков.

«Нам еще очень многое неизвестно о передвижениях людей до писаной истории, — говорил мне Алан Торн, с которым я познакомился в Канберре. — Известно ли вам, что когда в XIX веке антропологи впервые попали в Папуа — Новую Гвинею, то в горах во внутренней части страны, в одном из самых труднодоступных мест на Земле, обнаружили людей, выращивавших сладкий картофель? Родина сладкого картофеля — Южная Америка. Так каким образом попал он в Папуа — Новую Гвинею? Мы не знаем. Не имеем ни малейшего представления. Но что несомненно, так это то, что люди передвигались весьма уверенно и происходило это дольше, чем было принято считать, и почти наверняка они обменивались знаниями, а также генами».

Проблема, как всегда, в наличии или отсутствии ископаемых останков. «В мире очень мало мест, хотя бы мало-мальски пригодных для длительной сохранности человеческих останков, — говорит Торн, мужчина с седой эспаньолкой, пристальным взглядом, но дружелюбной манерой держаться. — Если бы не редкие плодоносные участки вроде Хадара или Олдувая в Восточной Африке, нам было бы известно ужасно мало. Вся Индия дала останки лишь человека примерно

возрастом около 300 тысяч лет.[402] Между Ираком и Вьетнамом — а это расстояние примерно в 5 тысяч километров — нашли всего два: того самого из Индии и неандертальца в Узбекистане, — ухмыляется он. — Не сказал бы, что это ужасно много для работы. Получается, что налицо всего несколько продуктивных участков, вроде Большого разлома в Африке и Мунго здесь, в Австралии, и очень мало между ними. Неудивительно, что палеонтологам трудно связать между собой эти отдельные точки».

Традиционная теория миграции людей, которой все еще придерживается большинство специалистов в этой области, сводится к тому, что люди рассеивались по Евразии двумя волнами. Первая, состоявшая из *Homo erectus,* покинула Африку удивительно скоро — почти сразу, как они стали видом, — начиная почти с 2 млн лет назад. Потом, по мере оседания в различных регионах, эти ранние эректусы эволюционировали в характерные разновидности — в яванского и пекинского человека в Азии и в гейдельбергского человека и, наконец, в неандертальца в Европе.

Затем, где-то более ста тысяч лет назад, на африканских равнинах появился вид более сообразительных и ловких существ — наших предшественников — и стал распространяться второй волной. Согласно этой теории, куда бы ни приходили эти новые *Homo sapiens,* они вытесняли своих более тупоумных, менее искусных предшественников. Как они это делали — всегда было предметом споров. Следов массовых кровопролитий никогда не находили, так что большинство авторитетов считают, что новые гоминиды просто оказались более успешными конкурентами. Хотя, возможно, сказались и другие факторы. «Возможно, мы наградили их оспой, — предполагает Таттерсолл. — Нельзя сказать ничего определенного. Бесспорно одно — мы теперь здесь, а их нет».

Эти первые современные люди — существа на удивление призрачные. Довольно странно, но мы знаем о себе меньше, чем почти обо всех других линиях гоминидов. Весьма необычно, отмечает Таттерсолл, «что самое последнее крупное событие в эволюции человека — появление нас как вида, — пожалуй, является самым малоизвестным». Нет даже полного согласия в том, к какому времени относятся первые ископаемые останки подлинно современного человека. Многие книги относят их первое появление к 120 тысячам лет тому назад, имея в виду останки, найденные на реке Класис в Южной Африке, но не все согласны с тем, что они принадлежали полностью современным людям. Таттерсолл и Шварц утверждают, что вопрос «действительно ли некоторые из них или все они относятся к нашему виду, еще ожидает окончательного выяснения».

Первым бесспорным местом появления *Homo sapiens* служит Восточное Средиземноморье, вокруг современного Израиля, где они стали показываться около 100 тысяч лет назад. Но даже там, по описанию Тринкауса и Шипмана,[403] они были «необычной внешности, трудными для классификации и слабо изученными». Неандертальцы уже хорошо обосновались в этом регионе и располагали набором орудий среднего палеолита, которые современные люди, очевидно, нашли достойными заимствования.[404] На севере Африки ни разу не были найдены останки неандертальцев, но их орудия обнаруживаются всюду. Кто-то принес их туда с собой, и единственными кандидатами на эту роль являются современные люди. Известно также, что неандертальцы и современные люди каким-то образом сосуществовали на Среднем и Ближнем Востоке десятки тысяч лет. «Мы не знаем, обитали ли они в одном месте поочередно или же вообще жили бок о бок», — говорит Таттерсолл, однако современные люди с удовольствием пользовались орудиями неандертальцев — что едва ли говорит в пользу их неоспоримого превосходства. Кстати, не менее удивительно и то, что найденные на Среднем и Ближнем Востоке ашельские орудия имеют возраст много больше миллиона лет, между тем как в Европе

они едва ли насчитывают 300 тысяч лет. Опять же загадка, почему люди, владевшие техникой их производства, не брали их с собой.

Долгое время считалось, что кроманьонцы, как стали называть людей современного вида, живших в Европе, продвигаясь по континенту, долгое время теснили неандертальцев, гоня их перед собой, и в конечном счете вытеснили их к западному краю континента, где им, по существу, оставалось либо скатиться в море, либо вымереть. Теперь известно, что на самом деле кроманьонцы были на крайнем западе Европы примерно в то же время, когда еще продолжали прибывать с востока. «Европа тогда была почти необитаемой, — говорит Таттерсолл. — Возможно, что при всех передвижениях туда и обратно они не так уж часто сталкивались друг с другом». Любопытно, что появление здесь кроманьонцев совпало со временем, известным в палеоклиматологии как интервал Бутелье, когда Европа из периода относительно мягкого климата погружалась в еще один длительный период суровых холодов.[405] Что бы там ни привлекало их в Европу, но только не чудесная погода.

Во всяком случае, представление о том, что неандертальцы не выдержали конкуренции пришедших туда кроманьонцев, по меньшей мере, несколько грешит против истины. Неандертальцев можно было упрекнуть в чем угодно, но только не в отсутствии силы и выносливости. Десятки тысяч лет они жили в таких условиях, какие не испытывал ни один современный человек, разве что полярные исследователи. Во время суровых ледниковых эпох снежные вьюги с ураганными ветрами были обычным явлением. Температура регулярно опускалась до минус 45 градусов Цельсия. По заснеженным долинам Южной Англии бродили белые медведи. Неандертальцы, естественно, избегали худших мест, но это не помогало им избежать погоды, не уступавшей нынешним сибирским зимам. Разумеется, они страдали — неандертальцу, прожившему больше 30 лет, считай, повезло, — но как вид они имели колоссальный запас жизненных сил и были практически неуязвимы. Они существовали по крайней мере 100 тысяч лет, а возможно, вдвое дольше, на территории, протянувшейся от Гибралтара до Узбекистана, что представляется весьма приличным отрезком времени для любого вида живых существ.

Кем они были на самом деле и как выглядели, остается предметом спорным и полным неясностей. До самой середины двадцатого века у антропологов было принято считать, что неандерталец плохо видел, сутулился, волочил ноги и был похож на обезьяну — воплощение пещерного человека. И только одно неприятное происшествие подтолкнуло ученых пересмотреть это мнение. В 1947 году находясь на полевых работах в Сахаре, франко-алжирский палеонтолог Камиль Арамбур[406] укрылся от полуденного солнца под крылом своего легкого самолета. Когда он там сидел, от жары лопнула шина и самолет упал на бок, больно ударив его по спине. Позднее, будучи в Париже, он сделал рентген шейных позвонков и обратил внимание, что его позвонки располагаются точно также, как у сутулого, нескладного неандертальца. Либо он сам был физиологически примитивным, либо осанка неандертальца изображалась неверно. На самом деле правильным оказалось второе. Позвоночник неандертальца ничуть не был обезьяньим. Это полностью изменило наше представление о неандертальцах, но, кажется, только на время.

До сих пор принято считать, что неандертальцам недоставало ума или характера, чтобы на равных соперничать с более ловкими и сообразительными изящными пришельцами, *Homo sapiens*. Вот типичное рассуждение из недавно вышедшей в свет книги: «Современные люди свели на нет это преимущество (значительно более крепкое телосложение неандертальцев) лучшей одеждой, лучшими очагами и лучшими жилищами; между тем неандертальцы несли бремя слишком большого тела, требовавшего для своего поддержания больше пищи».[407] Другими

словами, те самые факторы, позволявшие успешно выживать на протяжении 100 тысяч лет, вдруг стали непреодолимыми физическими недостатками.

Кроме того, есть важная проблема, к которой почти никогда не обращаются: мозг неандертальцев был значительно больше мозга современного человека — согласно одному из подсчетов, 1,8 литра против 1,4 литра у современного человека.[408] Это больше, чем разница между современным *Homo sapiens* и прежним *Homo erectus,* видом, который мы рады считать чуть ли не человеком.[409] Выдвигают довод, что хотя наш мозг меньше, он почему-то более продуктивен. Думаю, что говорю правду, отмечая, что применительно к эволюции человека этот довод нигде больше не приводится.

Тогда почему, вправе вы спросить, если неандертальцы были такими крепкими, легко приспосабливались и были наделены неплохим мозгом, их больше нет среди нас? Один возможный (но очень спорный) ответ состоит в том, что, возможно, они есть. Алан Торн является одним из главных защитников альтернативной теории, известной как мультирегиональная гипотеза, которая утверждает, что эволюция человека непрерывна — что точно так же, как представители рода австралопитеков эволюционировали в *Homo habilis, а Homo heidelbergensis* со временем стал *Homo neanderthalensis,* так и современный *Homo sapiens* просто появился из более древних разновидностей *Homo. Homo erectus* по этой теории не отдельный вид, а промежуточная ступень. Таким образом, современные китайцы произошли от обитавших в Китае *Homo erectus,* современные европейцы от древних европейских *Homo erectus* и т. д. «Кроме как в таком смысле для меня не существует никаких *Homo erectus,* — говорит Торн. — Думаю, что этот термин со временем утратил свою пригодность. По мне, *Homo erectus* просто более ранняя часть нас самих. Я полагаю, что только один вид человека когда-либо покидал Африку, и этот вид — *Homo sapiens**.

Противники мультирегиональной теории отвергают ее в первую очередь на том основании, что она предполагает невероятную по масштабам параллельную эволюцию гоминидов во всем Старом Свете — в Африке, Китае, Европе, на самых отдаленных островах Индонезии, где бы они ни появлялись. Некоторые к тому же считают, что мультирегионализм поощряет расистские взгляды, на избавление от которых у антропологии ушло так много времени. В начале 1960-х годов известный антрополог из Пеньсильванского университета Карлтон Кун высказал предположение, что некоторые современные расы имеют различное происхождение, подразумевая, что некоторые из нас имеют лучшие корни, чем другие. Это явилось тревожным напоминанием о старых убеждениях, что африканские «бушмены» и австралийские аборигены примитивнее других.

Что бы там лично ни считал Кун, многие восприняли его суждения в том смысле, что некоторые расы по своей природе более развиты и что некоторые люди могут, по существу, принадлежать к разным видам. Такие взгляды, ныне считающиеся оскорбительными, вызывающими отвращение, совсем недавно широко популяризировались во многих респектабельных учреждениях и издательствах. Передо мной изданная в 1961 году «Тайм-лайф пабликешнз» и пользовавшаяся спросом книга «Человеческая эпопея», в основу которой положена серия статей из журнала «Лайф». В ней можно найти рассуждения вроде: «Родезийский человек… жил всего 25 тысяч лет назад и, возможно, явился предком африканских негров. Величина его мозга приближалась к величине мозга *Homo sapiens"*. Другими словами, чернокожие африканцы недавно произошли от существ, всего лишь «близких» к *Homo sapiens*.

Торн категорически (и, думаю, искренне) отрицает, что его теория в какой-то мере является расистской, указывая, что единообразие эволюции человека объясняется интенсивными встречными миграциями людей между культурами и регионами. «Нет оснований полагать, что

люди двигались в одном направлении. Они передвигались по всему миру и, встречаясь, скрещивались, тем самым обмениваясь генетическим материалом. Вновь прибывшие не замещали коренное население, они *сливались* с ним, становились им». Он сравнивает это явление с тем, когда исследователи вроде Кука или Магеллана впервые вступали в контакт с далекими народами. «Это были встречи не разных видов, а представителей одного вида, отличавшихся некоторыми физическими особенностями».

Имеющиеся ископаемые останки, по существу, свидетельствуют о плавной непрерывной эволюции, утверждает Торн. «Знаменитый череп из Петралоны в Греции, насчитывающий около 300 тысяч лет, является предметом споров среди традиционалистов, потому что в чем-то он похож на череп *Homo erectus,* а в чем-то выглядит как череп *Homo sapiens*. Ну что ж, мы и говорим, что этого как раз можно ожидать, когда обнаруживаем виды, которые эволюционировали, а не вытеснялись другими».

Что могло бы внести ясность, так это свидетельства скрещивания, но их нелегко выводить или отвергать на основе имеющихся ископаемых остатков. В 1999 году португальские археологи обнаружили скелет ребенка лет 4, умершего 24500 лет назад. Скелет в целом принадлежал современному человеку, но в нем просматривались отдельные архаичные, возможно, неандертальские черты: необычно крепкие кости ног; зубы, имевшие явно «лопатообразные» очертания, и (хотя с этим согласны не все) выемка в задней части черепа — исключительная черта неандертальцев. Эрик Тринкаус из Университета им. Вашингтона в Сент-Луисе, видный специалист по неандертальцам, заявил, что ребенок был гибридом — доказательство, что современные люди и неандертальцы скрещивались. Других, правда, беспокоило то, что черты неандертальца и современного человека не имеют тенденции к сближению. Как выразился один критик: «Если посмотреть на мула, то он не выглядит спереди как осел, а сзади как лошадь».

Иан Таттерсолл заявил, что это всего лишь «коренастый современный ребенок». Он допускает, что между неандертальцами и современными людьми вполне могли быть «шуры-муры», но не верит, что из этого могло получиться репродуктивно удачное потомство*. «Я не знаю ни одной пары живых организмов из любой области биологии, которые были бы такими разными и тем не менее принадлежали к одному виду», — говорит он.

--

** (Одна из возможностей состоит в том, что у неандертальцев и кроманьонцев было разное количество хромосом, сложность, обычно возникающая в случаях, когда сочетаются особи близких, но не полностью идентичных видов. Например, в семействе лошадиных у лошадей 64 хромосомы, а у ослов 62. Скрестите их, и получите потомство с бесполезным для размножения числом хромосом — 63. Короче, получите бесплодного мула.)*

Поскольку от имеющихся в наличии ископаемых останков было мало пользы, ученые стали все больше обращаться к генетическим исследованиям, особенно к изучению так называемых *митохондриальных ДНК*. Митохондриальная ДНК была открыта только в 1964 году, но к 1980-м годам некоторые изобретательные умы в Калифорнийском университете в Беркли поняли, что она обладает двумя свойствами, которые дают ей особые преимущества, позволяя служить своего рода молекулярными часами: она передается только по женской линии, так что в каждом новом поколении не смешивается с отцовской ДНК и видоизменяется в 20 раз быстрее обычной ДНК, отчего становится легче обнаруживать и отслеживать генетические особенности во времени. Прослеживая темпы изменений, можно определить генетические истории и взаимоотношения целых групп людей.

В 1987 году группа ученых из Беркли во главе с покойным Аланом Вильсоном произвела анализ митохондриальной ДНК у 147 человек и заявила, что появление анатомически

современного человека имело место в Африке в пределах 140 тысяч лет и что «все нынешние люди происходят от этой популяции». Это явилось серьезным ударом по мультирегионалистам. Но затем данные стали анализировать чуть внимательнее. Один из самых экстраординарных моментов — слишком экстраодинарных, чтобы ему доверять, — состоял в том, что «африканцы», фигурировавшие в исследовании, были на самом деле афро-американцами, то есть их гены за последние несколько сотен лет явно подвергались серьезному смешиванию. Вскоре возникли сомнения относительно предполагаемых темпов изменений.

К 1992 году это исследование во многом лишилось доверия. Однако техника генетического анализа продолжала совершенствоваться; в 1997 году ученым Мюнхенского университета удалось выделить и подвергнуть анализу фрагмент ДНК из кости руки подлинного неандертальца, и на этот раз доказательства были неопровержимыми. Мюнхенское исследование установило, что ДНК неандертальца не похожа ни на одну из ныне найденных на Земле, убедительно свидетельствуя об отсутствии какой бы то ни было генетической связи между неандертальцами и современными людьми. Теперь это был настоящий удар по мультирегионализму.

Затем в конце 2000 года журнал *Nature* и другие издания сообщили об исследовании в Швеции митохондриальных ДНК 53 человек, давшем основания предполагать, что все современные люди вышли из Африки в последние сто тысяч лет и происходят от племени, насчитывавшего не более 10 тысяч индивидуумов. Вскоре после этого директор института Уайтхеда при Технологическом центре исследований генома Массачусетского технологического института Эрик Лэндер объявил, что современные европейцы, и, возможно, не только они, происходят от «не более чем нескольких сот африканцев, покинувших свою родину всего 25 тысяч лет назад».

Как мы уже отмечали, современные человеческие существа отличаются поразительно малым генетическим разнообразием. Как заметил один из видных ученых, «в одной стае из пятидесяти пяти шимпанзе больше разнообразия, чем во всей человеческой популяции». И понятно почему. Из-за того, что мы лишь недавно произошли от небольшой исходной популяции, нам недоставало времени и людей, чтобы сформировалось большее разнообразие. Представляется, что это серьезный удар по мультирегионализму. «После этого, — пишет в газете «Вашингтон пост» один ученый из Университета штата Пенсильвания, — люди не будут слишком интересоваться теорией мультирегионализма, опирающейся на весьма малое количество доказательств».

Но при этом никто и не предполагал, какой невероятный сюрприз могут преподнести древние люди с берегов Мунго на западе Нового Южного Уэльса. В начале 2001 года Торн и его коллеги из Австралийского национального университета сообщили, что они восстановили ДНК[410] самого древнего из образцов с берегов Мунго — ныне датируемого 62 тысячами лет — и что эта ДНК оказалась «генетически отличной от других».

Согласно данному исследованию, человек Мунго — анатомически современный человек, то есть такой, как мы с вами, но принадлежал к вымершей генетической линии. Его митохондриальная ДНК больше не обнаруживается в живущих ныне людях, как должно бы быть, если бы подобно всем остальным современным людям они происходили от особей, покинувших Африку в недалеком прошлом.

«Снова все перевернулось вверх ногами», — с нескрываемым удовольствием говорит Торн.

Затем стали появляться другие, еще более любопытные аномалии. Популяционный генетик из Института биологической антропологии в Оксфорде Розалинд Хардинг, изучая ген бета-глобина у современных людей, обнаружила два варианта, широко распространенных среди азиатов и коренных жителей Австралии, но едва ли существующих в Африке. Эти варианты

генов, уверена она, появились более 200 тысяч лет назад не в Африке, а на востоке Азии — задолго до того, как *Homo sapiens* достигли этого региона. Единственным объяснением может послужить то, что среди предков живущих ныне в Азии людей были древние гоминиды — яванский человек и ему подобные. Интересно, что этот самый вариант гена — так сказать, ген яванского человека — обнаруживается в современных популяциях в Оксфордшире.

Будучи поставлен в тупик, я направился в институт встретиться с миссис Хардинг. Институт занимает старую кирпичную виллу на Бэнбери-роуд в Оксфорде. Хардинг, маленькая живая австралийка, родом из Брисбена, обладает редким умением одновременно шутить и оставаться серьезной.

«Не знаю, — улыбаясь, ответила она на вопрос, каким образом жители Оксфорда приютили последовательности бета-глобина, которых не должно здесь быть. — В целом, — продолжила она, чуть помрачнев, — генетические данные подтверждают гипотезу об исходе из Африки. Но потом находятся эти аномальные группы, о которых большинство генетиков предпочитает не говорить. Налицо *колоссальное* количество информации, которая была бы доступна, если бы только мы могли ее понять. Мы едва начинаем с этим разбираться». Она не пожелала вдаваться в разговор о том, что означало наличие в Оксфорде генов азиатского происхождения, разве что подтвердила, что положение явно сложное. «Пока можно лишь говорить о том, что все очень запутанно, и мы не знаем, почему они здесь».

Когда мы встречались в начале 2002 года, другой оксфордский ученый, Брайан Сайке, только что выпустил популярную книгу, которую назвал «Семь дочерей Евы», где, ссылаясь на исследования митохондриальной ДНК, утверждает, что смог проследить происхождение почти всех живущих европейцев до исходной популяции, состоявшей всего из семи женщин — «дочерей Евы» из заглавия книги, — живших между 10 и 45 тысячами лет назад, в период, известный в науке как палеолит. Каждой из них Сайке дал имя — Урсула, Ксения, Жасмин и так далее — и даже подробную биографию. («Урсула была у матери вторым ребенком. Первого, когда ему было всего 2 года, унес леопард…»)

Когда я спросил Хардинг о книге, она широко, хотя и не вполне уверенно, улыбнулась, словно не зная, как лучше ответить. «Знаете ли, по-моему, следует отдать ему должное за то, что он помогает популяризировать трудный предмет, — сказала она и, задумавшись, замолчала. — К тому же остается *очень небольшая* вероятность, что он прав. — Она засмеялась, но потом продолжала, более тщательно подбирая слова: — Данные по одному-единственному гену на самом деле не могут сказать нам ничего определенного. Если проследить митохондриальную ДНК в обратном направлении, она приведет вас к определенной точке — к Урсуле, или Таре, или к кому там еще. Но возьмите любую *другую* частицу ДНК, вообще любой ген, и проследите в обратном направлении, они приведут вас в совсем другое место».

Я подумал, что это отдаленно похоже на то, чтобы наугад выйти из Лондона, обнаружить в конце пути, что оказался на северной оконечности Шотландии, и сделать отсюда вывод, что поэтому все жители Лондона должны быть выходцами с севера Шотландии. Разумеется, они *могут быть* и оттуда, но равным образом могли прибыть из сотен других мест. В этом смысле, согласно Хардинг, каждый ген — это отдельная магистраль, и мы только-только начали наносить эти маршруты на карту. «Ни один отдельно взятый ген не расскажет вам полную историю», — говорит она.

Выходит, генетическим исследованиям нельзя доверять?

«О, вообще-то этим исследованиям вполне можно доверять. Чему нельзя доверять, так это поспешным выводам, которые часто бывают с ними связаны».

Она считает, что исход из Африки «правдоподобен на 95 %», но добавляет: «Думаю, что обе стороны оказали науке не очень хорошую услугу, настаивая на том, что должно быть или то,

или другое. Все не так прямолинейно, как тот или иной лагерь хочет заставить нас поверить. Появляются веские свидетельства в пользу того, что в разных частях света во всевозможных направлениях происходили многочисленные миграции и, как правило, смешивание генофонда. Разобраться в этом будет совсем нелегко».

Как раз в это время появился ряд сообщений, оспаривавших надежность восстановления очень древних ДНК. Один ученый отмечал в журнале *Nature,* как некий палеонтолог в ответ на вопрос коллеги, покрыт ли лаком череп, лизнул его и заявил, что покрыт. «В результате, — отмечалось в статье, — на череп перенесено большое количество ДНК современного человека», делая его бесполезным для дальнейших исследований. Я спросил об этом Хардинг. «О, он почти наверняка был уже загрязнен, — ответила она. — Просто держа кость в руке, вы ее загрязняете. Дышите на нее, опять загрязняете. Вода в лаборатории по большей части тоже загрязняет. Мы все купаемся в чужих ДНК. Чтобы получить надежно чистый образец, нужно копать в стерильных условиях и делать пробы на месте. Избежать загрязнения образца — самое мудреное дело на свете».

«Значит, к таким утверждениям надо относиться с сомнением?» — спросил я.

Миссис Хардинг с серьезным видом кивнула: «С большим».

Если вы хотите сразу понять, почему мы так мало знаем о происхождении человека, у меня для вас есть одно местечко. Его можно отыскать в Кении за голубыми холмами Нгонг к юго-западу от Найроби. Поезжайте из города по главной автостраде на Уганду, и наступит момент, когда вам откроется потрясающее великолепие — вы увидите обрывающуюся вниз землю, и перед вами с высоты птичьего полета предстанет бесконечная светло-зеленая африканская равнина.

Это долина Большого разлома, который протянулся дугой на три тысячи миль в Восточной Африке и отмечает тектонический разрыв, отделяющий Африку от Азии. Здесь, километрах в 65 от Найроби, на раскаленном от жары дне долины находится Олоргезайли, место археологических раскопок, когда-то бывшее рядом с большим приятным озером. В 1919 году, когда озера уже давно не было, один геолог, звали его Дж. У. Грегори, разведывавший местность на предмет полезных ископаемых, неожиданно наткнулся на открытый участок, усеянный необычными темными камнями, явно обработанными человеческими руками. Как мне позднее сказал Иан Таттерсолл, Грегори открыл место изготовления орудий ашельской культуры.

Совсем неожиданно осенью 2002 года мне довелось посетить эту необычную площадку. Я был в Кении совсем по другому делу, посещал некоторые объекты благотворительной организации CARE International. Принимавшие меня хозяева, зная, что я в связи с этой книгой интересуюсь проблемами происхождения человека, включили в план пребывания посещение Олоргезайли.

Олоргезайли оставалось нетронутым 20 лет после открытия геологом Грегори, пока знаменитая группа супругов Луиса и Мэри Лики не начала раскопки, которые еще не завершены. Участок, который нашли Лики, был размером около 10 акров. Там примерно миллион лет, с 1,2 млн до 200 тысяч лет назад, изготавливалось неимоверное количество орудий. Сегодня пласты орудий укрыты от непогоды большими жестяными односкатными крышами и, чтобы отбить охоту у излишне ретивых любителей сувениров, огорожены частой проволочной сеткой. В остальном орудия остаются там, где их побросали создатели и где их нашли Лики.

Данный мне в качестве гида Джиллани Нгалли, увлеченный молодой человек из Кенийского национального музея, рассказал, что куски кварца и обсидиана, из которых делали рубила, в самой долине нигде не обнаружены. «Их приходилось приносить вон оттуда», — говорит он, кивая головой в сторону двух гор, видневшихся в туманной дымке на значительном расстоянии от места раскопок: Олоргезайли и Ол Эсакут. Обе были в десяти километрах

отсюда — довольно далеко, чтобы таскать в руках груды камней.

Зачем древние обитатели Олоргезайли брали на себя такой труд, разумеется, можно только догадываться. Они не только таскали здоровенные камни на значительное расстояние к берегу озера, но и, что, пожалуй, еще более удивительно, создали эту площадку. При раскопках Лики обнаружили участки, где топорам придавали форму, и другие участки, куда тупые топоры доставляли, чтобы затачивать. Короче говоря, Олоргезайли был своего рода промышленным производством, действовавшим миллион лет.

Многочисленные копии свидетельствуют, что изготовление этих топоров было весьма сложным и трудоемким занятием — даже при наличии навыков придание им нужной формы требовало многих часов работы — и в то же время, как ни странно, они не особенно годились для резки, рубки, скобления или любых других дел, для которых, как считалось, предназначались. Так что мы стоим перед фактом, что на протяжении миллиона лет — что значительно дольше существования нашего вида, не говоря уж о совместной деятельности, — древние люди массами приходили именно сюда, чтобы изготавливать огромное количество орудий, которые, как представляется, не имели особого смысла.

Кто же были эти люди? Как ни странно, мы не имеем об этом представления. Мы предполагаем, что это были *Homo erectus,* потому что других известных кандидатур нет, а это означает, что в высшую точку — *высшую точку* — своего развития работавшие в Олоргезайли обладали мозгом современного младенца. Но материальных свидетельств для такого вывода нет. Несмотря на более чем 60-летние поиски, ни в Олоргезайли, ни вокруг не было найдено ни единой человеческой кости. Сколько бы времени они ни проводили здесь, обтачивая камни, умирать они, похоже, уходили куда-то еще.

«Сплошная загадка», — радостно улыбаясь, поведал мне Джиллани Нгалли.

Обитатели Олоргезайли сошли со сцены около двухсот тысяч лет назад, когда озеро высохло и долина стала превращаться в требующее выносливости пекло, каким она является теперь. К тому времени их дни как вида были уже сочтены. Мир был накануне появления первой настоящей расы господ — *Homo sapiens.* Он уже никогда не станет таким, как прежде.

30
ДО СВИДАНИЯ

В начале 1680-хгодов, как раз около того времени, когда Эдмунд Галлей с друзьями, Кристофером Реном и Робертом Гуком, сидя в лондонской кофейне, затевали пари, которое в конечном счете выльется в «Начала» Исаака Ньютона, а Генри Кавендиш взвешивал Землю [411] и предпринимались многие другие вдохновляющие и достойные похвалы начинания, занимавшие нас на протяжении последних четырехсот с лишним страниц, далеко в Индийском океане, в 1300 километрах от восточного побережья Мадагаскара, на острове Маврикий происходило куда менее привлекательное поворотное событие.

Какой-то матрос, чье имя давно позабыто, или его любимая собака изводили последнего дронта, прославленную нелетающую птицу, чья глупая доверчивость и неумение быстро бегать сделали ее прекрасной целью отпущенных на берег молодых скучавших матросов. Миллионы лет, проведенные ею в мирной изоляции, не подготовили ее к сумасбродству и необузданности представителей рода человеческого.

Нам неизвестны точно обстоятельства и даже год, в котором наступил последний час последнего дронта. Поэтому мы не знаем, что случилось раньше: мир обрел «Начала» или потерял дронтов, но точно известно, что оба события происходили более или менее одновременно. Признаюсь, трудно отыскать более подходящее совпадение событий, которое бы так наглядно показало божественную и преступную природу человека — живого вида, способного познать глубочайшие тайны небес, и в то же время, бессмысленно забивать до смерти, до полного уничтожения, создания, которые не причинили ему никакого вреда и даже отдаленно не были способны понять, что он с ними делает, убивая их. Рассказывают, что дронты были так поразительно неопасливы, что если бы вы захотели обнаружить всех находившихся поблизости, то достаточно было поймать одного и на его кудахтанье сбежались бы поглядеть, в чем дело, все остальные.

Злоключения бедного дронта на этом не кончились. В 1755 году, примерно через семьдесят лет после гибели последнего дронта, директор музея Ашмола[412] в Оксфорде решил, что принадлежавшее музею чучело дронта испортилось, заплесневело, и приказал его сжечь. Поразительное решение, потому что к тому времени это был единственный дронт, хотя бы и в виде чучела. Проходивший мимо сотрудник пришел в ужас и попытался спасти птицу, но смог добыть только голову и часть конечности.

В результате этого и других подобных случаев утраты здравого смысла сегодня мы не имеем точного представления, как выглядели живые дронты. Мы располагаем значительно меньшей информацией, чем думают многие, — крупицами приблизительных описаний, «не имевших отношения к науке путешественников, тремя-четырьмя живописными изображениями и несколькими разрозненными фрагментами костей», — огорченно писал в девятнадцатом веке натуралист Г. Е. Стриклэнд. Как он печально заметил, у нас больше материальных свидетельств о каких-нибудь древних морских чудовищах и неуклюжих ящерах, чем останков птицы, жившей в наше время и не требовавшей ничего для своего выживания кроме нашего отсутствия.

Так что о дронте известно только следующее: он жил на Маврикии, был упитанным, хотя мясо его было невкусным, являлся самым крупным представителем семейства голубиных, хотя насколько крупным, неизвестно, поскольку точно его вес никогда не регистрировался. Если попытаться восстановить его внешний вид на основе упоминавшихся Стриклэндом «фрагментов костей» и скудных останков из музея, то получится, что он был около 80 см ростом и примерно столько же в длину от клюва до основания хвоста. Не летал, гнездился на земле, отчего яйца и

птенцы легко становились добычей свиней, собак и обезьян, завезенных на остров пришельцами. Он исчез, вероятно, в 1683 году, и наверняка к 1693 году. Кроме этого нам больше почти ничего не известно, кроме того, что мы, разумеется, никогда больше не увидим ему подобных. Мы ничего не знаем о его репродуктивных особенностях, питании, местах обитания, какие звуки он издавал в спокойное время и в случае тревоги. У нас нет ни единого яйца дронта.

От начала до конца наше знакомство с живыми дронтами продолжалось всего 70 лет. Поразительно краткий отрезок времени — хотя надо сказать, что и до этого момента в нашей истории у нас за плечами уже был тысячелетний опыт окончательного истребления. Никто не знает, насколько разрушительна человеческая природа, но факт остается фактом: где бы мы ни объявлялись за последние 50 тысяч лет или около того, животные имели тенденцию исчезать, часто в поразительно больших количествах.

В Америке после появления на континенте современных людей между 10 и 20 тысячами лет назад практически одним махом исчезли 30 родов крупных животных — некоторые были действительно очень большими. После появления здесь человека-охотника, обладавшего незаурядными организаторскими способностями и копьями с кремневыми наконечниками, Южная и Северная Америка потеряли около трех четвертей крупных животных. Европа и Азия, где у животных было больше времени, чтобы выработать полезную осторожность по отношению к человеку, потеряли от трети до половины крупных живых существ. Австралия же, как раз по обратным причинам, утратила не менее 95 %.

Ввиду того, что древних охотников было сравнительно мало, а популяции животных были поистине колоссальными — считается, что только в тундре на севере Сибири в землю вморожено аж 10 млн туш мамонтов, — некоторые авторитетные ученые полагают, что должны быть и другие объяснения, возможно, изменения климата или какого-то рода массовое заболевание. Как выразился Росс Макфи из Американского музея естественной истории, «убивать опасных животных чаще, чем требуется, нет никакой материальной выгоды — можно съесть лишь столько бифштексов из мамонта, сколько позволяет желудок». Правда, другие считают, что имелась возможность почти преступно легко ловить и забивать добычу. «В Австралии и в Америках, — говорит Тим Флэннери, — животные, видимо, не знали, что значит убегать».

Некоторые из утраченных живых существ были необыкновенно впечатляющими, и если бы они уцелели, им не требовалось бы большого ухода. Представьте ленивца, заглядывающего к вам в окно 2 этажа, черепаху величиной с небольшой «Фиат», греющихся на солнышке у дороги где-нибудь в пустынной части Австралии 6-метровых варанов. Увы, их уже нет, и мы живем на значительно обедневшей планете. Сегодня во всем мире уцелели только 4 вида по-настоящему увесистых (с тонну и больше) сухопутных животных: слоны, носороги, гиппопотамы и жирафы. За все десятки миллионов лет жизнь на Земле еще не была такой скромной по размерам и такой смирной по поведению.

Возникает вопрос: являются ли исчезновения каменного века и исчезновения более позднего времени, по существу, частью единого явления — короче говоря, несут ли люди по своей природе зло другим живым существам? Как это ни печально, но вполне возможно, что так оно и есть. Согласно данным палеонтолога из Чикагского университета Дэвида Раупа, естественная частота вымирания видов на Земле за биологическую историю составляла в среднем один вид в 4 года. А согласно авторам книги «Шестое вымирание» Ричарду Лики и Роджеру Левину, исчезновение видов, причиной которых служат люди, возможно, теперь превышает этот уровень в 120 тысяч раз.[413]

В середине 1990-х годов австралийский естествоиспытатель Тим Флэннери, ныне возглавляющий Южно-Австралийский музей в Аделаиде, поражался, как мало, похоже, мы

знаем о многочисленных вымираниях, в том числе случившихся относительно недавно. «Куда ни посмотришь, налицо пробелы в записях: образцы отсутствуют, как в случае с дронтами, или просто не описаны», — говорил он мне в Мельбурне в начале 2002 года.

Флэннери привлек своего друга и соотечественника, художника Питера Шоутена, и они вместе как одержимые принялись шарить по крупным мировым коллекциям, чтобы выяснить, что утрачено, что осталось и о чем мы никогда не подозревали. Четыре года они рылись в старых шкурах, пропахших плесенью образцах, древних рисунках и письменных источниках — во всем, что попадало под руку. Шоутен делал зарисовки в натуральную величину каждого животного, чей облик можно было хотя бы примерно воссоздать, а Флэннери писал тексты. В результате на свет появилась необычайная книга, озаглавленная «Брешь в природе», содержащая самый полный — и, надо сказать, трогающий задушу — каталог животных, вымерших за последние 300 лет.

В отношении некоторых из них имеются хорошие описания, но для сохранения самих животных годами, а то и вообще никогда, ничего не делалось. Морская корова Стеллера, похожее на моржа существо, родственное дюгоню, была последней из по-настоящему крупных вымерших животных. Она была действительно громадной — взрослые особи достигали в длину почти 9 метров и весили 10 тонн — но мы познакомились с ней лишь благодаря тому, что в 1741 году русская экспедиция потерпела кораблекрушение у единственного места, где они еще существовали в каких-то количествах, на далеких туманных Командорских островах в Беринговом море.

К счастью, в экспедиции был натуралист, Георг Стеллер, который был очарован животным. «Он сделал самые подробные описания, — говорит Флэннери. — Даже измерил диаметр усов. Единственное, что он не стал описывать, так это мужские гениталии — хотя почему-то с удовольствием описал женские. Даже сохранил кусочек кожи, так что мы хорошо представляем ее текстуру. Не всегда нам так везло».

Одного не мог сделать Стелл ер — спасти саму морскую корову. Уже тогда поставленная охотниками на грань полного уничтожения, она исчезнет навсегда через 27 лет после открытия Стеллера. Многих других животных нельзя было включить в книгу, потому что о них было почти ничего не известно. О квинслендской кенгуровой мыши, лебеде с островов Чатем, нелетающем коростеле с острова Вознесения, по крайней мере о пяти разновидностях крупных черепах и множестве других не осталось ничего, кроме названий.

В значительной мере вымирания, обнаруженные Флэннери и Шоутеном, имели место не в силу жестоких или бессмысленных убийств, а просто по величайшей глупости. В 1894 году во время строительства маяка на одиноком островке Стефенс в бурном проливе между Северным и Южным островами Новой Зеландии кот смотрителя маяка стал приносить пойманных им незнакомых маленьких птичек. Смотритель с сознанием долга послал несколько образцов в музей в Веллингтоне. Хранитель музея был страшно взволнован, потому что птица принадлежала к реликтовому виду нелетающих вьюрков — была единственным образцом нелетающей гнездящейся птицы, нигде больше не встречавшимся. Он тут же отправился на остров, но к тому времени, когда он туда прибыл, кот передушил всех птичек. Все, что осталось, так это двенадцать чучел нелетающих вьюрков со Стефенс-айленд.

Но, по крайней мере, они у нас есть. Очень часто оказывается, что мы не лучше заботимся о сохранении живущих видов, чем об уже исчезнувших. Возьмем очаровательного Каролинского длиннохвостого попугая. Изумрудно-зеленого цвета, с золотистой головкой, он, можно утверждать, был самой красивой птицей из всех, когда-либо обитавших в Северной Америке, — попугаи, как вы, наверное, знаете, обычно не отваживаются проникать так далеко на север, — и в лучшие времена он встречался в огромных количествах, уступая в численности разве что

только странствующим голубям. Но фермеры считали Каролинского попугая вредной птицей, и при этом на него было легко охотиться, потому что он сбивался в плотные стаи и имел своеобразную привычку взлетать при выстреле (чего можно было ожидать), но потом почти сразу возвращаться, чтобы осмотреть своих сбитых товарищей.

В классической «Американской орнитологии», написанной в начале XIX века, Чарлз Вильсон Пиль описывает случай, когда он неоднократно разряжал ружье, стреляя в дерево, на котором рассаживались попугаи:

При каждом выстреле они падали дождем, однако привязанность уцелевших, похоже, возрастала; ибо, сделав несколько кругов, они снова садились рядом, разглядывая своих убитых соседей с таким явным состраданием и беспокойством, что у меня опускались руки.

Ко второму десятилетию XX века птиц безжалостно уничтожили, так что осталось в живых лишь несколько экземпляров, и то в неволе. Последний попугай, по имени Инка, умер в зоопарке Цинциннати в 1918 году (менее чем через четыре года после кончины в том же зоопарке последнего странствующего голубя). Из него почтительно изготовили чучело. А куда идти сегодня, чтобы увидеть бедного Инку? Никто не знает. Зоопарк его потерял.

Что больше всего озадачивает и смущает в этой истории, так это то, что Пиль, любитель птиц, не раздумывая убивал их в больших количествах из простого интереса. Воистину поразительно, что очень долгое время именно люди, которых больше других интересовал мир живых существ, в наибольшей степени уничтожали их.

Никто в этом деле не превзошел (во всех смыслах) Лионеля Уолтера Ротшильда, второго барона Ротшильда. Отпрыск знаменитой банкирской семьи, Ротшильд был странным малым, вел отшельнический образ жизни. От рождения до смерти, с 1868 по 1937 год, он прожил в детской половине своего дома в Тринге, в графстве Букингемшир, пользуясь детской мебелью — даже спал на своей детской кровати, хотя к концу жизни весил 135 кг.

Его страстью было естествознание, и он целиком отдался собиранию предметов природы. Он посылал полчища обученных людей — до 400 человек за раз — во все уголки земного шара карабкаться по горам и прорубаться сквозь джунгли в поисках новых экземпляров — особенно всего того, что летало. Все это корзинами и ящиками отправлялось в имение Ротшильда в Тринге, где он и армия помощников всесторонне проверяли, регистрировали и анализировали все полученное, выпуская непрерывным потоком книги, труды и монографии — общим счетом около 1200. Всего на Ротшильдовом конвейере естествознания обработано много больше 2 млн образцов, и архивы науки пополнились 5 тысячами видов живых существ.

Удивительно, что коллекционная деятельность Ротшильда в девятнадцатом веке ни по масштабам, ни по финансированию не была рекордом. Титул рекордсмена определенно принадлежит жившему чуть раньше, но также очень состоятельному британскому коллекционеру по имени Хью Куминг, который настолько увлекся собирательством, что построил большой океанский корабль и набрал экипаж, который бы постоянно странствовал по миру, собирая все, что попадется, — птиц, растения, всяческих животных и, особенно, раковины. Именно его не имеющая равных коллекция усоногих раков перешла к Дарвину, послужив основой для его оригинального исследования.

Ротшильд был, пожалуй, самым близким к науке коллекционером своего времени, хотя, к сожалению, и самым смертоносным. Особенно когда в 1890-х годах он заинтересовался Гавайскими островами, возможно, самой уязвимой экосистемой, когда-либо существовавшей на Земле. Миллионы лет изоляции позволили развиться на Гавайях 8800 уникальным видам животных и растений. Особый интерес для Ротшильда представляли уникальные яркие местные птицы, часто имевшие очень небольшие популяции и обитавшие в очень ограниченных ареалах.

Трагедией для многих гавайских птиц явилось не только то, что они отличались от других,

служили большим соблазном для коллекционеров и были большой редкостью — очень опасное сочетание, — но и то, что они зачастую поразительно легко давались в руки. Большая кауайская цветочница, безобидная представительница семейства цветочниц, пряталась в кронах местных деревьев, но, если кто-нибудь подражал ее пению, она сразу покидала убежище и приветливо вылетала навстречу. Последняя особь этого вида сгинула в 1896 году от руки опытнейшего ротшильдовского собирателя Гарри Палмера, 5 лет спустя после исчезновения ее ближайшей родственницы — малой цветочницы, птицы настолько редкой, что до сих пор видели всего одну: ту, что была убита для Ротшильдовой коллекции. Всего же за 10 лет усиленных сборов для Ротшильда исчезло по крайней мере 9 видов гавайских птиц, а может быть, и больше.

Ротшильд был ничуть не одинок в своем усердии завладеть птицами любой ценой. Другие были еще безжалостнее. Когда в 1907 году известный коллекционер Алансон Брайан узнал, что убил последних трех черных мамо, лесных птиц, открытых лишь в предыдущем десятилетии, он отметил, что это известие его «страшно обрадовало».

Словом, это был труднопостижимый век — время, когда почти каждое животное подвергалось гонению, если считалось хотя бы в малейшей мере докучливым. В 1890 году штат Нью-Йорк выплатил более 100 вознаграждений за убитых восточных горных львов. Хотя было ясно, что эти существа, подверженные всевозможным гонениям, стояли на грани полного уничтожения. Вплоть до 1940-х годов многие штаты продолжали платить вознаграждения за головы практически любых хищников. Штат Западная Виргиния назначал годовую стипендию для учебы в колледже тому, кто предъявлял больше всех убитых вредителей, а «вредителем» считалось почти всякое живое существо, которое не вывели на ферме и не держали в доме.

Пожалуй, ничто так ярко не свидетельствует о странности того времени, как судьба пеночки-трещотки Бахмана. Обитательница юга Соединенных Штатов, пеночка славилась красивым пением, однако ее популяция, никогда не отличавшаяся устойчивостью, постепенно сокращалась, пока в 1930-х годах эти певчие птички не исчезли совсем, и их не видели много лет. Затем в 1939 году, по счастливому совпадению, два любителя птиц по отдельности и в отдаленных друг от друга районах с разницей всего в 2 дня натолкнулись на единственных уцелевших птичек. Оба их застрелили.

Тяга к убийству не была характерна исключительно для Америки. В Австралии платили вознаграждение за убийство «тасманского волка», похожего на собаку, но с характерными «тигровыми» полосами на спине, до тех пор, пока в 1936 году последний несчастный, не имевший клички зверь не подох в частном зоопарке в Хобарте. Сходите сегодня в Тасманский музей и картинную галерею и попросите посмотреть на последнего представителя этого вида — единственного плотоядного сумчатого, дожившего до наших времен, — и все, что вам покажут, это фотографии и 61-секундную старую кинопленку. А последнего издохшего сумчатого волка выкинули, как мусор.

Я рассказываю обо всем этом, чтобы особо подчеркнуть, что если бы вы задумали создать живое существо, которое заботилось бы обо всем живом в нашем одиноком космосе, следило за его развитием и регулярно фиксировало его прошлое, то вам не следовало бы выбирать для такого дела человека.

Однако в глаза бросается совсем иное: избрали нас, будь то судьба или промысел Божий, назовите это как вам больше нравится. Судя по всему, мы здесь — самое лучшее, что есть в наличии. И, возможно, единственное. Страшно подумать, что мы можем оказаться высшим творением Вселенной и одновременно самым страшным ее кошмаром.

Из-за того, что мы поразительно беззаботны в отношении всего сущего и существовавшего, мы не имеем ни малейшего представления, сколько видов живых существ навсегда исчезли, или скоро исчезнут, или все же не исчезнут, и какова наша роль на каждой ступени этого процесса.

В 1979 году в своей книге «Тонущий ковчег» Норман Майерс [414] предположил, что человеческая деятельность ведет на планете к двум вымираниям в неделю. К началу 1990-х годов он увеличил это число до 6 в неделю. (Имеются в виду вымирания всех видов — растений, насекомых и т. д., включая крупных животных.[415]) Другие называют еще большие цифры — значительно больше тысячи в неделю. С другой стороны, в докладе Организации Объединенных Наций за 1995 год общее количество известных вымираний за последние 400 лет исчисляется величиной чуть меньше 500 для животных и чуть больше 600 для растений — правда, допускается, что эти данные «почти определенно занижены», особенно в отношении тропических видов. Хотя некоторые интерпретаторы придерживаются мнения, что большинство данных о вымирании сильно преувеличено.

Проблема в том, что мы этого не знаем, не имеем об этом ни малейшего представления. Не знаем, когда мы начали творить многое из того, что натворили. Не знаем, что творим ныне или как нынешняя деятельность скажется на мире в будущем. Знаем только, что есть лишь одна планета и существует лишь один вид, способный осмысливать производимые изменения. Это невероятно лаконично выразил Эдвард О. Вильсон в своей книге «Разнообразие жизни»: «Одна планета, один эксперимент».

Если прочитанная вами книга и содержит урок, то он заключается в том, что нам страшно повезло оказаться здесь — под «нами» я подразумеваю всех живых существ. Вообще получить какую ни на есть жизнь в этой нашей Вселенной уже само по себе является большим успехом. А то, что мы стали людьми, говорит, что нам повезло вдвойне. Мы не только пользуемся привилегией существования, но к тому же обладаем исключительной способностью осознавать его и даже во многом улучшать. Это идея, которую мы только-только начали усваивать.

Мы достигли этого высокого положения за ошеломляюще короткое время. Современные в поведенческом отношении люди, то есть люди, способные говорить, создавать произведения искусства и организовывать сложные виды деятельности, существуют всего около 0,0001 % истории Земли — ничтожно мало, — но даже такое краткое существование потребовало почти бесконечной череды везений.

В действительности мы находимся лишь в начале пути. Весь фокус, разумеется, в том, чтобы мы никогда не увидели конца. А на это почти наверняка потребуется куда больше удачи.

---

notes

Примечания

1

Гилберт и Салливан (W. S. Gilbert, 1836–1911; Arthur Sullivan, 1842–1900) — либреттист и композитор, которые работали над четырнадцатью комическими операми в период 1871–1896 гг.

2

Конечно, космология Большого Взрыва, а точнее, расширяющейся Вселенной развивалась и до середины 1960-х годов. Александр Фридман в 1922 г. нашел решения уравнений Эйнштейна, из которых следовало, что Вселенная 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.

3

Микроволновое излучение занимает в электромагнитном спектре промежуточное положение между инфракрасным и радиодиапазонами. Микроволны широко применяются для приготовления пищи в микроволновых печах.

4

Фотоны были во Вселенной и раньше, но они не могли пробиться через горячее и плотное вещество, постоянно поглощались и переизлучались вновь. Только когда Вселенная достаточно остыла, фотоны смогли миллиарды лет свободно лететь в пространстве, пока не были пойманы земными детекторами.

5

Astrophysical Journal («Астрофизический журнал») — ведущий мировой журнал для публикаций по астрономии и астрофизике.

6

Деннис Овербай (Dennis Overbye) — научный журналист и писатель, заместитель научного редактора «Нью-Йорк таймс», был редактором и автором научно-популярных журналов *Discovers Sky & Telescope.*

7

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

Эта идея известна под названием *антропного принципа.*

9

Эдвард Трайон (Edward P. Тгуоп) — 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.

10

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.

11

Конечность означает, что объем Вселенной можно выразить неким пусть и очень большим, но конечным числом. Конечной Вселенная будет только в случае закрытой модели. В открытой и плоской моделях объем Вселенной бесконечен. В обоих случаях у Вселенной нет края или границы.

12

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, среди которых самая известная «Первые три минуты», посвященная рождению Вселенной, была переведена на русский язык (М., 1981).

13

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

14

Здесь имеется в виду классическая книга «Флэтландия» Эдвина Эббота, в которой описываются существа, живущие в воображаемом плоском мире.

15

Карл Эдуард Саган (Carl Edward Sagan, 1934–1996) — американский астроном, астробиолог и выдающийся популяризатор науки, автор нескольких десятков книг, среди них «Космос» (русский перевод изд. «Амфора», СПб., 2004), 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.

16

Кларк Чапман (Clark Chapman) — американский планетолог, специалист по астероидам и ударным кратерам в Солнечной системе. Автор ряда научно-популярных книг, в числе которых «Космические катастрофы», и большого количества научно-популярных статей. Член комитета ООН по астероидной опасности и рабочей группы Международного астрономического союза по сближающимся с Землей астероидам.

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. Но такие обзоры обычно занимают много месяцев, а иногда и лет. Только в последнее время стали строить сети широкоугольных автоматических телескопов, которые смогут осматривать все ночное небо за несколько суток.

18

Лоуэлл сам активно вел наблюдения в 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.

19

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

20

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.

21

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

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.

23

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

24

«Вояджер-1» движется относительно Солнца со скоростью более 61,6 тыс. км/ч (17,1 км/с). Скорость «Вояджера-2» на 5 тыс. км/ч (1,4 км/с) меньше.

25

Зонд «Новые Горизонты» был успешно запущен 19 января 2006 года. Он достигнет Юпитера в феврале 2007 года, а Плутона — летом 2015 года.

26

На самом деле Плутон примерно в 5,5 раза меньше Земли. Так что в описанном масштабе он будет размером около миллиметра.

27

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

28

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

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 космические станции «Вояджер» как раз сейчас к ней приближаются.

30

Расчеты показывают, что 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.

31

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.

32

Строго говоря, Сириус — это пятая по удаленности от Солнца звезда, 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 него будет даже дальше — 9,3 св. г., — поскольку они находятся в разных направлениях от Солнца.

33

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

34

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.

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 Клипера. 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 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.*

36

Речь, конечно, идет о первенстве среди астрономов-любителей.

37

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.

38

Оливер Вольф Сакс (Oliver Wolf Sacks, р. 1933) — специалист-невролог, адъюнкт-профессор Медицинской школы Нью-Йоркского университета, автор ряда научно-популярных книг.

39

Долгое время использовался термин «скрытая масса» (hidden mass), однако в последние 15–20 лет стал употребляться термин «тёмная материя» (dark matter).

40

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

В действительности к тому времени уже было открыто более 500 сверхновых, а на сегодня зарегистрировано свыше 3,5 тысячи сверхновых.

42

По каталогу открытых сверхновых это было сороковое открытие Эванса, причем первые 16 сверхновых он обнаружил не визуально, а по фотографиям. К июню 2006 года Эванс довел счет до 46.

ПЗС-матрицы, аналогичные тем, что используются в цифровых фотоаппаратах и видеокамерах.

До сих пор далеко не все сверхновые удается выявлять на цифровых снимках автоматически. Человек с этой задачей справляется гораздо лучше. Именно поэтому Сол Перлмуттер запустил проект *Hand-On Universe* («Вселенная в руках»), в котором школьники могут принять участие в поиске сверхновых по снимкам галактик, сделанным крупными телескопами и переданным по Интернету.

45

Шотландский любитель астрономии Том Боулс (Tom Boles) построил обсерваторию с тремя телескопами-роботами, которые постоянно сканируют небо в поисках сверхновых. Только в 2003 году он стал первооткрывателем 30 сверхновых, а всего на его счету 103 взорвавшиеся звезды. Тем самым он перехватил у Роберта Эванса звание чемпиона среди любителей по открытию сверхновых. В последние годы темы открытий у Боулса снизились из-за конкуренции со стороны профессиональных обсерваторий.

46

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.

47

Большое Магелланово Облако — небольшая галактика, спутник нашей Галактики.

48

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

49

В 1908–1911 годах 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.

Нуклеосинтез — термоядерные реакции, ведущие к образованию ядер тяжелых элементов из легких, — продолжается на протяжении всей жизни звезды. Сверхновые лишь разбрасывают его продукты, а также добавляют к ним небольшое число элементов тяжелее железа.

51

Перевод Самуила Маршака.

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. Его участие в экспедиции в дальнейшем не рассматривается.

53

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

54

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 называются любые расчеты тарифов в страховом деле на основе статистических данных.

55

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

56

Суть арианской ереси несколько тоньше и состоит в отрицании единосущности Христа и Бога Отца. По арианским воззрениям, Христос был сотворен Богом, но сам не был Богом.

57

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

58

Лондонское Королевское общество — ведущая британская научная организация.

59

Переносной астрономический прибор для точного измерения положений светил вблизи зенита.

60

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

61

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 +2 % из-за того, что орбита Земли не идеально круговая.

62

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

63

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

64

Равномерное (движение) по-английски — *uniform.* Отсюда название научного течения «униформизм».

65

Томас Генри Хаксли (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.

66

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

67

Речь идет о гипотезе, согласно которой причиной вымирания 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.

68

Генри Томас дела Беш (1796–1855) — британский геолог, первый директор Британской геологической службы, созданной в 1835 году.

69

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

70

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

71

Периодами называют отрезки времени в прошлом, а *системами* — совокупность пород, образовавшихся в течение периода.

72

Джон Макфи (JohnMcPhee, р. 1931) — американский журналист, постоянный автор журнала «Нью-Йоркер». Автор 23 книг, в их числе «Анналы прежнего мира», посвященной пяти важным эпизодам истории геологии, за которую в 1999 году он был удостоен Пулитцеровской премии.

73

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

74

Ричард Форти (Richard A. Fortey р. 1946) — британский палеонтолог и научный писатель. В 2007 году он должен занять пост президента Лондонского геологического общества, которое будет отмечать свое 200-летие. См. также гл. 21.

75

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

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.

77

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

78

«Она продает морские раковины на берегу моря».

79

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

80

Дебора Кэдбери (Deborah Cadbury) — британская писательница и продюсер на Би-би-си. Неоднократно удостаивалась премий за свои телепрограммы, в том числе научно-популярные.

81

О точном числе открытых ими динозавров мнения расходятся. Есть данные, что Коуп описал 56 видов динозавров, а Марш — более 120. По другим источникам — 26 и 34 соответственно.

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

83

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.

84

Бранд был не ученым, а купцом. Поэтому он сначала держал секрет 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 светоносной силы фосфора. Другие торговали им, держа рецепт в секрете.

85

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 усовершенствованный метод опубликовал Андреас Сигизмунд Маргграф в 1743 г.

86

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

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.

88

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

89

Высказывания Марата в 1791 г. не были непосредственно связаны с казнью Лавуазье в мае 1794 года. А в 1791–1793 годах 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 году академия была упразднена, а депутат Конвента Брудон потребовал судить всех бывших откупщиков (хотя откуп был уничтожен еще в 1791 году). Лавуазье был арестован через 4 месяца после гибели Марата в июле 1793 года, 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 года и репрессий против монархистов.

90

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

91

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

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 радиоактивный изотоп углерода с атомным весом 14, применяющийся в археологии для датировки находок.

93

В семье Менделеевых было 17 детей, но 4 из них умерли в младенчестве.

Много позднее, в 1900 году, Менделеев и У. Рамзай пришли к выводу о необходимости увеличить длину периода до 8, чтобы включить группу благородных газов.

На самом деле Периодическая таблица выглядит намного сложнее. Дело в том, что длина периодов не является постоянной. После 2 периодов по 8 элементов следует два длиной по 18. Десять добавочных элементов вставлены в них между второй и третьей позициями. Следующие 2 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 2 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.

96

Филип Болл (Philip Ball, 1962) — британский популяризатор науки, лауреат премии «Авентис» за лучшую научно-популярную книгу 2005 года.

97

По данным Объединенного института ядерных исследований в Дубне (ОИЯИ), к 2006 году были получены элементы под номерами до 116-го. Поступали также сообщения о синтезе 118-го элемента.

98

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

99

Первоначально Менделеев действительно очень скептически отнесся к сообщениям об открытии радиоактивности, и у него были все основания не доверять этой сенсации. Однако в 1902 году 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.

100

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

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.

102

Это справедливо в отношении английского языка.

103

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

104

Имеется в виду параллель с «Основами» Ньютона.

105

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

106

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

107

С уверенностью говорить об удочерении невозможно. 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 службе. Из писем Эйнштейна известно, что в возрасте 1,5 года 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.

108

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

109

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 естественнонаучной культурами является главным препятствием для решения мировых проблем.

110

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

111

Речь идет о книге «Ученые-атомщики» (Boorse et al., *The. Atomic Scientists)*, которая содержит более 100 биографий ученых от Тита Лукреция Кара до Ричарда Фейнмана.

112

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 позволяет описывать процессы в очень сильных полях тяготения.

113

Сама общая теория относительности была обнародована в 1915 г.

Дэвид Бодание (David Bodanis) — автор ряда научно-популярных книг. Лауреат британской премии «Авентис» 2006 года за научно-популярную книгу «Электрическая вселенная: Как электричество включило современный мир».

115

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

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.

117

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 году 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 «Санди таймс» и разошлась суммарным тиражом около 10 млн экземпляров. Недавно на русском языке вышла обновленная версия этой книги «Кратчайшая история времени» («Амфора», СПб., 2006).

118

Мишио Каку (Michio Kaku) — американский физик-теоретик японского происхождения, автор ряда монографий и нескольких научно-популярных бестселлеров. В 2006 году подготовил на Би-би-си серию программ, посвященных природе времени, ведущий большого научного ток-шоу на радио.

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 Леметр и Фридман.

120

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

121

Скорее всего, галактик гораздо больше.

По-английски эта должность называлась тогда *computer*.

123

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.

124

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.

125

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

126

Речь, конечно, идет о доэйнштейновских временах.

127

Не совсем корректное рассуждение, если учесть, что большая часть Вселенной — это почти абсолютная пустота.

128

На самом деле инфузории-туфельки значительно крупнее — их ширина составляет 20–50 микрон, а длина — 50-300 микрон. Поэтому они отлично видны в микроскоп даже при увеличении в 10 раз, а стократное увеличение позволяет изучать детали их внутреннего строения.

129

Здесь не упоминаются древнегреческие атомисты, поскольку их рассуждения об атомах были чисто умозрительными.

130

Эрнст Мах (Ernst Mach, 1838–1916) — австрийский физик и философ, изучал механизмы зрения и слуха, а также аэродинамические процессы при сверхзвуковом полете снарядов. Выдвинул гипотезу, согласно которой инертная масса возникает у тел в результате гравитационного взаимодействия со всеми другими телами во Вселенной (принцип Маха). Хотя принцип Маха не поддается экспериментальной проверке, он оказал значительное влияние на Альберта Эйнштейна, а труды Маха способствовали становлению современной философии науки.

131

Людвиг Больцман (Ludwig Eduard Boltzmann, 1844–1906) — австрийский физик, основатель статической механики и молекулярно-кинетической теории. Его имя носит постоянная в формуле для определения энтропии.

132

Тимоти Феррис (Timothy Ferris, р. 1944) — научный писатель, автор более десятка книг, среди которых «Совершеннолетие на Млечном Пути», удостоенная премии Американского института физики. Феррис также был продюсером записи звуков и изображений Земли, отправленной за пределы Солнечной системы на борту космических аппаратов «Вояджер».

133

Айзек Азимов (Isaac Asimov, 1920–1992) — знаменитый американский писатель-фантаст, популяризатор науки и биохимик. Автор более 20 фантастических романов, около 30 научно-популярных книг, множества рассказов и заметок. Значительная часть произведений переведена на русский язык.

134

Логотип ЦЕРНа составлен из двух наложенных друг на друга стилизованных колец ускорителей элементарных частиц. Он не менялся, по крайней мере, с 1996 года.

135

См. прим.[111]

Компромисс на самом деле состоял в том, что в 1932 году математик Джон фон Нейман доказал математическую эквивалентность волновой и матричной механики. Несмотря на разное описание частиц, обе теории дают одинаковые выводы об их поведении. При этом одни задачи удобнее решать методами волновой механики, а другие — методами матричной.

137

Джеймс Трефил (James S. Trefil) — американский физик, профессор университета Джорджа Мейсона, автор более чем 30 книг, среди которых энциклопедия «Природа науки. 200 законов мироздания» (русский перевод опубликован на сайте www.elementy.ru).

138

Алан Лайтман (Alan Lightman, 1948) — американский астрофизик и писатель. Наибольшую известность принес ему роман «Сны Эйнштейна» (перевод: АСТ, 2001), в каждой из 30 глав которой фигурирует своя нетрадиционная концепция времени.

139

Спин — особый параметр квантовых частиц, который лишь очень отдаленно соответствует вращению макроскопического тела.

140

Лоуренс Джозеф (Lawrence Joseph, 1948) — американский поэт, писатель, эссеист, профессор права.

Это совсем некорректное описание явления, которое в квантовой физике называется запутанным состоянием частиц. Складывается впечатление, будто квантовая физика позволяет мгновенно передавать информацию на большие расстояния. На самом деле это не так. Законы квантовой механики позволяют существовать системам, в которых пространственно разнесенные частицы представляют собой единый квантовый объект. Но при воздействии на одну из этих частиц вовсе не происходит передачи воздействия другим. Вместо этого система мгновенно распадается, причем так, что предсказать состояние других частиц после распада становится невозможно. Из-за этого запутанные состояния нельзя использовать для передачи энергии или информации.

142

Чудесный год *(лат.)*.

143

Якир Ааронов (Yakir Aharonov, р. 1932) — израильский физик, работающий в США, специалист по квантовой физике, лауреат Нобелевской премии 1998 года за открытие эффекта Ааронова-Бома, сделанное в 1959 г.

144

Квантовые эффекты не позволяют передавать информацию быстрее света и не противоречат специальной теории относительности. Это широко распространенное заблуждение, связанное с чрезмерным упрощением при популярном изложении.

На самом деле разница в силе между гравитационным и слабым взаимодействиями еще на пять порядков больше. Она достигает 10^{33} раз.

146

Шэрон Берч Макгрейн — научный писатель, автор книги «Прометеи в лабораториях» о химии, изменившей нашу цивилизацию, а также биографий трех женщин — нобелевских лауреатов.

147

В коммерческий оборот эти вещества были запущены под названием фреонов.

148

Активным, разрушающим озон элементом является хлор, входящий в состав хлорфторуглеродов. В 2000 году его содержание в стратосфере достигло максимума — около 4 частиц на миллиард молекул воздуха. Нормой считается содержание не выше 2 частиц на миллиард. Ожидается, что она восстановится к середине века.

149

Тим Флэннери (Tim Flannery) — австралийский зоолог и научный писатель. В числе его книг «Создатели погоды: история и будущие последствия изменений климата» *(The Weather Makers)*.

150

Углерод-14 образуется в верхних слоях земной атмосферы под воздействием космических лучей. Он быстро разносится по всей атмосфере, из которой поглощается растительностью.

151

В рыбе содержание углерода-14 снижено, поскольку ему требуется дополнительное время, чтобы попасть в воду и по пищевым цепям дойти до рыбы.

152

Электроны, возникающие при бомбардировке земной поверхности космическими частицами, захватываются и накапливаются в так называемых электронных ловушках внутри кристаллической решетки вещества. При нагревании электроны освобождаются из ловушек и могут быть подсчитаны. По их числу определяется возраст породы.

Джейми Линкольн Китман (Jamie Lincoln Kitman) — руководитель нью-йоркского бюро журнала *Automobile Magazine,* автор книги «Тайная история свинца» (2000).

Речь идет в первую очередь о детях, у которых было ограниченное время для накопления в организме свинца. За период с 1976 по 1994 год среднее содержание свинца в крови американских детей снизилось с 13,7 до 3,2 микрограмма на децилитр.

На сайте также упоминается, что компания по-прежнему имеет серьезные коммерческие интересы на рынке тетраэтилсвинца, но признается, что это изживающий себя бизнес.

156

Уэйн Биддл (Wayne Biddle) — научный журналист, автор ряда научно-популярных книг. Одним из первых (еще в 1980 г.) опубликовал критический анализ программы «Спэйс шаттл».

157

Энрико Ферми (Enrico Fermi, 1901–1954) — итальянский физик, один из основоположников квантовой механики. В 1938 г. получил Нобелевскую премию за открытие ядерных реакций под действием медленных нейтронов. Сразу после этого переехал в США, где руководил исследованиями в области использования ядерной энергии. В 1939 году выдвинул идею цепной реакции деления. В честь него назван класс элементарных частиц — фермионов.

158

Флэш Гордон (Flash Gordon) — космический капитан, герой знаменитого фантастического телесериала.

159

Странные кварки — один из шести типов кварков, обнаруженных в составе элементарных частиц. Сами по себе они опасности не представляют. Однако есть предположение, согласно которому при определенных условиях может существовать особое устойчивое сверхплотное состояние вещества, ключевую роль в котором играют странные кварки. Есть гипотеза, что такое веществообразуется в недрах нейтронных звезд.

160

Речь идет о процессе ионизации, при котором из атома выбивается один или несколько электронов.

Конечно, никто не подает непосредственно на экспериментальные установки электрическое напряжение в триллионы вольт. Это условные величины, используемые для описания энергии частиц, достигаемой на ускорителях. В частности, на Большом адронном коллайдере заряженные частицы будут разгоняться до такой скорости, *как будто* они прошли через разность потенциалов 14 трлн вольт.

В такую сумму оценивалось строительство в период первоначального планирования. Сейчас ожидается, что общая стоимость ускорителя, его эксплуатации и необходимой для этого инфраструктуры может достичь 8 млрд долларов.

163

Цит. по: *Саган Карл*, Космос / Пер. А. Сергеева, М.: Амфора, 2004.

164

Точная цитата: «Three quarks for Muster Mark!»

165

ПитерХиггс (Peter Ware Higgs, р. 1929) — британский физик-теоретик, почетный профессор университета Эдинбурга. В 1960 году выдвинул идею спонтанного нарушения симметрии в теории поля, которая позволяет объяснить появление массы у элементарных частиц. Механизм Хиггса является важной составной частью Стандартной модели элементарных частиц. В числе прочего он предсказывает существование очень тяжелой частицы — бозона Хиггса, — которую надеются обнаружить на Большом адронном коллайдере.

166

Леон Лидерман (Leon M. Lederman) — американский физик, специалист по элементарным частицам, лауреат Нобелевской премии 1988 г. за работы, связанные с изучением нейтрино.

167

Пол Дэвис (Paul Davies, р. 1946) — профессор естествознания в Австралийском центре астробиологии при университете Маквари, Сидней, Австралия. Всемирно известный научный писатель, автор более десятка книг, в частности переведенной на русский язык книги «Суперсила» (М.: Мир, 1989).

168

Карл Реймонд Поппер (Karl Raimund Popper, 1902–1994) — австрийский философ и социолог, с 1946 г. был профессором Лондонской школы экономики. Один из наиболее влиятельных философов науки XX века, выдвинул в качестве необходимого условия научности любой гипотезы ее фальсифицируемость (т. е. возможность экспериментального опровержения).

169

Джеффри Карр (Geoffrey Carr) — научный редактор британского журнала *Economist,* пишет о генетике, биотехнологиях, космических исследованиях.

Дональд Голдсмит (Donald Goldsmith) — астроном, автор нескольких научно-популярных книг, в числе которых «Астрономы» и «Охота за жизнью на Марсе».

171

WIMPs — Weakly Interacting Massive Particles, слабо взаимодействующие массивные частицы, которые могли сохраниться со времен Большого Взрыва. *MACHOs* — MAssive Compact Halo Objects, массивные компактные объекты [галактического] гало — это просто другое название для черных дыр, коричневых карликов и других очень тусклых звезд. Здесь использована игра слов: *wimp* по-английски означает «тупица», а слово *macho* — мачо — уже стало интернациональным.

172

DUNNOS — Dark Unknown Nonreflective Nondetectable Objects Somewhere — от английского *dunno,* сокращение *от don't know* — «не знаю».

173

Реджинальд Дейли (Reginald Aldworth Daly, 1871–1957) — канадский геолог, в течение 30 лет был профессором Гарвардского университета. В 1914 г. опубликовал оказавшую большое влияние книгу «Вулканические породы и их происхождение».

174

Арнольд Гайот (Arnold Henry Guyot, 1807–1884) — швейцарский геолог, географ и метеоролог. Одним из первых принял идею ледниковых периодов в истории Земли. Переехав в Америку, вел интенсивные метеорологические наблюдения, которые привели в итоге к учреждению Американского метеорологического бюро.

175

В англоязычной традиции принято выделять Южный океан, омывающий Антарктиду. К нему относят южные части Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

176

Харолд Джеффрис (Harold Jeffreys, 1891–1989) — британский математик, геофизик и астроном. Выдвинул идею о том, что Земля обладает жидким ядром. Разработал байесовский подход к понятию вероятности, в котором вероятность утверждения оценивается по степени уверенности в нем.

Хотя общий характер движения плит за последние несколько сотен миллионов лет не вызывает сомнений, в его деталях специалисты сильно расходятся. По существующим палеотектоническим реконструкциям, за последние 200 млн лет перечисленные пары участков коры не находились рядом. Однако в более ранние периоды исключить подобное нельзя. Но надо учитывать, что такие утверждения основаны не на отслеживании движения плит и их фрагментов, а только на сходстве геологической структуры осадочных пород.

178

Это займёт примерно 3–4 млн лет, если считать, что Сан-Франциско при этом будет стоять на месте.

179

На Венере не наблюдается тектонических движений плит, однако плюмовая тектоника, приводящая к характерным поднятиям местности, там есть. Об этом говорят данные радиолокации поверхности Венеры.

180

Science («Наука») — один из самых престижных научных журналов в мире, главный конкурент журнала *Nature.* Основан в 1880 г.

181

Джордж Гейлорд Симпсон (George Gaylord Simpson, 1902–1984) — американский палеонтолог, специалист по ископаемым млекопитающим и их межконтинентальной миграции. Один из основателей современной синтетической теории эволюции.

182

Австралийская плита, охватывающая также крупнейшие индонезийские острова, довольно быстро (6–8 см/год) движется на северо-восток и погружается под тихоокеанскую плиту, которая с такой же скоростью движется ей наперерез в северо-западном направлении. Именно эти движения стали причиной мощных землетрясений в этом районе, вызвавших катастрофические цунами.

Это, конечно, неверные утверждения. Движения астероидов и возмущения их орбит просчитываются с высокой точностью на значительные отрезки времени. Причем каждое новое наблюдение астероида повышает точность прогноза его движения. Орбиты абсолютного большинства астероидов проходят вдали от Земли, и в ближайшие десятки миллионов лет никакие возмущения не направят их к нашей планете. Опасность представляют лишь объекты, которые уже сейчас испытывают тесные сближения с Землей. Прогноз их движения должен составляться с повышенной точностью, и для этого требуются многочисленные прецизионные наблюдения.

184

Стивен Остро (Steven J. Ostro) — астроном, специалист по астероидам. В 1989 г., используя 300-метровый радиотелескоп Аресибо, впервые получил радиолокационные изображения астероида (4769 Касталия).

185

Это чересчур драматичное сравнение. Диаметр Земли составляет 12,8 тыс. км. Астероид прошел на расстоянии в 13 раз большем. Так что корректнее сравнить его пролет с пулей, ударившей в стену в метрах в десяти от вас. Это, конечно, тоже не слишком приятно, особенно если учесть, что такие пули пролетают мимо постоянно.

Упомянутый астероид (1993 КА2) имел диаметр менее 10 м. При падении на Землю такой объект раздробится в атмосфере и не вызовет существенных разрушений на поверхности. Подобные события случаются примерно раз в 20 лет. После 1993 года рекорд сближения с Землей таких небольших астероидов был неоднократно перекрыт. В конце марта 2004 г. был замечен булыжник размером около 5 м (2004 FU162), пролетевший всего в 6,5 тыс км от поверхности Земли. Более опасным был астероид 2002 XV90 диаметром от 20 до 50 м, который в декабре 2002 года прошел в 115 тыс. км от Земли. Такой объект может вызвать довольно серьезные разрушения в районе падения.

187

От англ. *impact* — удар.

188

Как бы ни разогревался астероид при движении в атмосфере, это не может причинить существенного вреда на поверхности Земли. Однако после падения мгновенно формируется огненный шар, подобный тому, что возникает при термоядерном взрыве, который высоко поднимается, сжигая все на расстоянии до нескольких сотен километров.

189

Джон С. Льюис (John S. Lewis) — профессор планетологии в университете Аризоны, специалист по химии астероидов и комет. Выдвинул идею превращения опасно сближающихся с Землей объектов в ценные источники ресурсов.

Чтобы покинуть околоземное пространство, действительно требуются намного более мощные ракеты, чем для орбитальных полетов. Однако возможность очень точной навигации в дальнем космосе в последние годы была продемонстрирована в целом ряде проектов. Американский зонд «NEAR-Шумейкер» несколько месяцев изучал с орбиты астероид Эрос и в конце совершил на него посадку. Японская станция «Хаябуса» дважды садилась на поверхность астероида Итокава в 300 млн км от Земли. Американский зонд «Дип Импакт» 4 июля 2005 года сбросил на ядро кометы Темпеля-1 370-килограммовый медный импактор, чтобы изучить состав выброшенного вещества. Ошибка наведения импактора не превышала 200 метров.

Скорее всего, взрыв ядерной боеголовки не сможет разрушить астероид. При взрыве в космосе большая часть энергии беспрепятственно рассеивается в пространстве, а остальная приведет лишь к оплавлению и испарению вещества с поверхности астероида. В отношении астероидов размером до нескольких сотен метров самым эффективным методом представляются заблаговременное — за десятки лет — их обнаружение и очень осторожная корректировка орбиты в критических случаях. Таких технологий пока нет, но они могут быть разработаны на современном уровне развития техники. Корректировка орбиты астероида размером более километра пока лежит за пределами возможностей современной технологии.

192

Том Терелс (Tom Gehrels) — астроном датского происхождения, первооткрыватель ряда комет и более 3 тыс астероидов. Много сделал для запуска программы Spacewatch по поиску астероидов, сближающихся с Землей.

Это не так. Современная техника наблюдений и расчетов позволяет предсказывать положение астероидов с точностью до нескольких десятков километров. Есть любители астрономии, которые наблюдают покрытия звезд астероидами, то есть прохождение теней астероидов по поверхности Земли. Чтобы планировать свои наблюдения, связанные нередко с дальними поездками, им приходится с высокой точностью рассчитывать, когда и куда упадет тень астероида. Точности данных для этого вполне хватает. Опасные астероиды наблюдаются гораздо тщательнее, и точность прогноза их движения, как правило, еще выше.

194

У этого животного действительно были длинные, выступающие вниз клыки, напоминающие те, что есть у самцов современной кабарги, дальних родственников оленей.

195

Известна также как гипертрофическая легочная остеоартропатия и синдром Мари — Бамбергера.

196

Невесомым кирпич будет на всем протяжении полета, как и любое свободно падающее тело. Однако в центре Земли он, кроме того, не будет испытывать земного тяготения, поскольку притяжение со стороны противоположных частей земного шара уравновесится.

197

В разговорах о землетрясениях часто путают разрушительную силу (интенсивность) толчков в конкретной точке на поверхности Земли, которая оценивается баллами, с энергией, выделяющейся в эпицентре землетрясения, которую характеризуют магнитудой по Рихтеру. Отсчеты по шкале магнитуд у сейсмологов не принято называть баллами.

198

Землетрясения силой 2 балла человеком практически не ощущаются и фиксируются только приборами.

199

Билл Макгуайр (Bill McGuire) — профессор вулканологии в Лондонском университетском колледже, активно изучал Йеллоустонский супервулкан. Много выступает в научно-популярных телепрограммах.

200

Джон Джеймс Одюбон (John James Audubon, 1785–1851) — американский орнитолог, натуралист и художник французского происхождения.

201

От англ. *Moho's hole* — «дыра Мохо».

202

Нет дыры *(англ.)*.

203

Джон Макфи (John Angus McPhee р. 1931) — американский писатель, радикально модернизировавший жанр документальной прозы. Но стал разрабатывать характеры персонажей, насыщать повествование многочисленными деталями и применять другие приемы, ранее характерные только для художественной литературы.

Шавна Фогель (Shawna Vogel) — научный журналист и писатель, долгое время была постоянным автором и редактором научно-популярного журнала *Discover,* автор книги «Голая Земля», посвященной тектонике плит. В настоящее время занимается вопросами лицензирования биотехнологий в Институте Броада при Массачусетском технологическом институте.

205

Одна из основных составляющих земной мантии — соединение $MgSi0_3$. В нормальных условиях из этого вещества образуется минерал перовскит, получивший название в честь графа Л. А. Перовского. В глубине мантии на уровне слоя «D» он переходит в особую форму, постперовскит, отличающуюся более плотной кристаллической структурой.

206

Речь идет о так называемом магнитогидродинамическом (МГД) эффекте.

207

Здесь роль магнитного поля Земли несколько преувеличена. Космические лучи, которые захватываются магнитным полем в поясе Ван Аллена, — это частицы относительно низкой энергии, входящие в состав солнечного ветра. Без магнитного поля они задерживались бы в верхних слоях земной атмосферы. Энергичные частицы космических лучей, приходящие извне Солнечной системы, земное магнитное поле отклонить не в состоянии.

При систематическом мониторинге активности извержение практически любого вулкана можно предсказать своевременно. Однако во многих районах такого мониторинга просто не ведется. Что же касается качества прогнозов, то в деле предсказания землетрясений прогресс на сегодня гораздо меньшие, чем в прогнозе вулканических извержений. Фактически на сегодня вообще нет способов краткосрочного прогноза землетрясений.

209

При взрыве вулканов этого типа огромные объемы магмы — десятки и сотни кубических километров — выбрасываются на поверхность виде пепла, обломков и пористых пирокластических потоков, опустошая магматический очаг, расположенный на глубине нескольких километров. Затем приповерхностные породы обваливаются в магматический очаг.

210

Плюмами называют медленные восходящие конвективные потоки в земной мантии. Некоторые из них берут начало на глубине нескольких тысяч километров на границе мантии и ядра.

211

Столь большое различие возникает из-за того, что автор забывает извлечь кубический корень из объемов выброшенного вещества. Объемы извержений Сент-Хеленса, Кракатау и Йеллоустонского вулканов составляют соответственно около 2,5, 25 и 2500 км ^{3}. Если выброс Кракатау представить мячом для гольфа (4,3 см), то извержению Сент-Хеленса соответствует шарик диаметром 2 см, а гигантскому извержению в Йеллоустоне — 20 см, чуть меньше стандартного футбольного мяча. Вряд ли вам удастся за ним спрятаться.

212

Современные генетические исследования действительно говорят о том, что человечество прошло через так называемое «бутылочное горлышко» — резкое сокращение численности, приводящее к уменьшению генетического разнообразия. Однако это произошло раньше — около 130 тыс. лет назад и вряд ли было связано с извержением вулкана Тоба. Около 70 тыс. лет назад тоже наблюдалось сокращение популяции *Homo sapiens,* однако оно не было столь катастрофическим.

213

Эрик Кристиансен (Eric H. Christiansen) — профессор геологии Биргхэмского молодежного университета, штат Юта, специалист по планетологии, вулканологии и петрологии.

Роберт Б. Смит (Robert B. Smith) — профессор университета штата Юта, специалист по применению системы глобального позиционирования GPS в задачах сейсмологии и тектоники плит.

215

Ли Дж. Сигель (Lee J. Siegel) — специалист по новостям науки из университета штата Юта.

216

Фрэнсис Эшкрофт (Frances Ashcroft) — профессор физиологии Оксфордского университета. Ей принадлежит авторство двух монографий по медицине и научно-популярной книги «Жизнь в экстремальных условиях».

217

Джей Бергстрал (Jay T. Bergstralh) — американский планетолог, специалист по атмосферам планет-гигантов и переносу радиоактивных элементов; был одним из ключевых специалистов при подготовке миссии космических аппаратов «Вояджер».

218

Тайны тут нет. Как объясняется в следующем абзаце, давление внутри клеток и органов глубоководных существ равно давлению окружающей воды. Проблемы возникают лишь при резких перепадах давления.

219

Еще один способ состоит в использовании специальных дыхательных смесей, не содержащих азота. Однако в этом случае надо проходить долгую подготовку к погружению, чтобы вывести из крови уже растворенный в ней азот.

220

На самом деле Хаксли и Гексли — это одна и та же фамилия Huxley, однако в русском языке среди литературоведов и биологов сложились разные традиции ее написания.

221

Тревор Нортон (Trevor Norton) — профессор морской биологии в Ливерпульском университете, автор ряда научно-популярных книг об исследованиях подводного мира.

222

Питер Медавар (Peter Brian Medawar, 1915–1987) — британский физиолог, специалист по иммунной системе, лауреат Нобелевской премии 1960 года по медицине и физиологии за исследования иммунной системы на эмбриональном этапе развития.

Это сильно заниженное значение. Около 15 % всей площади суши в мире занято сельскохозяйственными землями, то есть заведомо пригодны для обитания человека. Еще 1 % приходится на города. 47 % суши относится к разряду засушливых и умеренно влажных (субгумидных) земель. Эти территории покрыты лугами, саваннами, лесами и частично используются в сельском хозяйстве. Еще 26 % суши приходится на не слишком благоприятные для человека пустыни и полупустыни, тем не менее на них проживает 14 % населения Земли.

224

На 1 октября 2006 года было известно 208 кандидатов в экзопланеты в 168 планетных системах.

225

Майкл Харт (Michael H. Hart, р. 1932) — американский астрофизик, знаменит, прежде всего, благодаря своей книге «100 великих людей», переведенной, в частности, на русский язык («Вече», 1998), в которой собраны краткие биографии самых влиятельных исторических фигур. Также известен аргумент Ферми-Харта, состоящий в том, что отсутствие инопланетян на Земле само по себе является убедительным аргументом в пользу отсутствия высокоразвитых внеземных цивилизаций в космосе.

Меньшее содержание водорода на Венере определяется сочетанием более высокой температуры и меньшего размера планеты в эпоху ее формирования. Те же причины привели к более быстрой, чем на Земле, потере Венерой воды. Однако водород на Венере все же есть — в ее атмосфере присутствует значительное количество серной кислоты.

227

Советские космические станции 10 раз садились на поверхность Венеры в период с 1970 по 1985 год. Они передали черно-белые и цветные фотографии ландшафта и вели на поверхности измерения продолжительностью до двух часов. Последний спускаемый аппарат станции «Вега-2» выполнил бурение и химический анализ грунта Венеры. Также планета изучалась с помощью американских парашютных атмосферных зондов (1978) и советских аэростатных зондов (1985).

228

Потеря Марсом плотной атмосферы никак не связана с расстоянием от Солнца и холодом. Причина этого состоит в малой массе планеты. Если бы на планете было теплее, потеря атмосферы шла бы еще быстрее, чем теперь.

229

Эта оговорка уже не нужна, после того как 24 августа 2006 года на Генеральной Ассамблее Международного астрономического союза Плутон был официально лишен статуса планеты и переведен в новую категорию карликовых планет.

230

Влияние Луны описано здесь совершенно некорректно. Притяжение Луны вызывает не стабилизацию, а, наоборот, небольшую раскачку земной оси — нутацию. Также влияние Луны проявляется в приливах и отливах, которые постепенно замедляют вращение Земли, а вовсе не стабилизируют его. Вместе с тем приливное воздействие Луны вызывает разогрев недр за счет вязкого трения. Сейчас многие геофизики склоняются к тому, что этот механизм разогрева недр может быть более значимым, чем распад радиоактивных элементов. И именно в этом смысле Луна является важным фактором для эволюции нашей планеты и жизни на ней.

231

Несмотря на популярность, импактная теория вымирания динозавров вовсе не является общепринятой, особенно среди палеонтологов. Многие из них считают, что судьбу гигантских рептилий предопределили снижение изменчивости, специализация и конкуренция со стороны более разнообразных и эффективных млекопитающих.

232

Франций действительно крайне редкий элемент. Это объясняется тем, что все его изотопы радиоактивны, причем самый долгоживущий имеет период полураспада 22 минуты. Поэтому хранить франций невозможно. В природе он образуется как один из продуктов радиоактивного распада урана и вскоре распадается. Равновесное количество изотопа франций-223 во всех урановых залежах на Земле оценивается примерно в полкилограмма. Это, конечно, очень мало, но все же далеко не 20–30 атомов.

233

Речь идет о сравнении массовых долей элементов в составе земной коры. По числу атомов кобальта и азота в несколько раз больше, чем лантана и неодима.

234

Оценки распространенности углерода в земной коре варьируются от 0,03 до 0,2 %.

235

Речь тут, конечно, только о тропосфере — самом нижнем и плотном слое атмосферы. Упомянутая толщина атмосферы (190 км) составляет 3 % радиуса Земли — намного больше любой лакировки на глобусе. Вообще же оценка толщины атмосферы весьма условна, поскольку четкой верхней границы у нее нет.

236

На высотах до 130 км движение по орбитам невозможно. Атмосфера здесь еще достаточно плотная, чтобы за менее чем один виток свести спутник с орбиты. На высотах 80-100 км под воздействием аэродинамического трения сгорает большинство метеорных частиц.

237

Говорить о воспламенении не вполне корректно, поскольку химической реакции окисления с выделением тепла здесь нет, просто за счет трения о воздух конструкции корабля разогреваются, теряют прочность и могут даже испариться.

238

8 мая 1978 года Рейнхольд Месснер и Питер Хабелер впервые в мире совершили восхождение на вершину Эвереста без использования кислородных аппаратов, что большинство специалистов считали совершенно невозможным.

239

Теодор Товар Сомервелл (Theodore Howard Somervell, 1890–1975) — известный английский альпинист, хирург по профессии. Дважды предпринимал попытки покорить Эверест — в 1922 и 1924 гг., однако оба раза неудачно.

240

Чарлз Уайвилль Томсон (Charles Wyville Thomson, 1830–1882) — профессор зоологии, научный руководитель экспедиции на корабле «Челленджер» (см. ниже).

241

Разумеется, это объяснение от легкости движения в более плотной среде не имеет никакого отношения к реальности.

242

Антоны Смит (Anthony Smith, р. 1926) — зоологиз Оксфордского университета, научный корреспондент газеты «Дейли телеграф», автор и ведущий познавательной программы «Завтрашний мир» на Би-би-си, автор научно-популярного бестселлера «Человеческое тело».

243

Речь идет об общей энергетике атмосферных процессов, а не об электрических разрядах, которые, несмотря на впечатляющие вспышки и гром, выделяют относительно немного энергии.

Не совсем ясно, что считать скоростью «полета» молнии. Лидер молнии, прокладывающий канал для протекания заряда, распространяется по воздуху со скоростью на порядок выше — около 12 тыс. км/с (более 40 млн км/ч). Однако лидер распространяется скачками по несколько десятков метров, которые разделены задержками порядка 0,02 секунды. В результате средняя скорость продвижения молнии оказывается намного ниже — около 200 км/с. Когда канал от облака до земли пробит, заряд по нему перетекает намного быстрее, со скоростями 10-100 тыс. км/с.

245

Эффект Кориолиса относится не к метеорологии, а к механике. Он состоит в том, что при свободном движении тела по вращающейся поверхности оно отклоняется от прямолинейной траектории. Чтобы удержать его на прямолинейном пути (относительно вращающейся системы отсчета), необходимо прикладывать усилие. Именно поэтому у рек, текущих в меридиональном направлении, один берег бывает круче другого, а на меридиональных железных дорогах один из рельсов изнашивается сильнее.

246

Томас Грейнджер (Thomas Granger, 1578–1627) — английский священник, автор первого крупного трактата по логике на английском языке «Syntagma logicum, or The Divine Logike», опубликованного в 1620 г.

247

Первоначально Фаренгейт принял за 0 градусов самую низкую температуру замерзания охлаждающей смеси из воды, морской соли и нашатырного спирта, а за 100 градусов — температуру человеческого тела. Однако нижняя калибровочная точка оказалась неудачной, и Фаренгейт стал использовать температуру таяния льда, приняв ее за 32 градуса, а температуру тела за 96, чтобы разница составляла 64 градуса — так проще было наносить отчеты на шкалу прибора методом деления пополам. Позднее он еще раз поменял калибровку, приняв за 212 градусов температуру кипения воды. При этом разность между точками кипения и замерзания оказалась равной 180 градусам.

248

Это примерно 8 мм.

Стивен Драри (Stephen Drary) — геолог, профессор Открытого университета в Лондоне, автор ряда научно-популярных книг, ведущий колонки новостей геологии на сайте www.earth-pages.com.

Этот эффект становится еще более явным, если учесть, что «официальные» астрономические моменты наступления сезонов сами уже значительно смещены. Началом астрономической зимы считается самый короткий в году день зимнего солнцестояния — 21 декабря. Если бы не было климатической инерции, это был бы и самый холодный день года, то есть середина зимы. Ее начало соответственно приходилось бы на 1,5 месяца раньше — примерно на 5 ноября, а началом весны следовало бы считать 4 февраля.

251

Обри Мэннинг (Aubrey Manning, р. 1930) — британский зоолог, специалист по поведению, развитию и эволюции животных. Почетный профессор университета Эдинбурга. Ведущий ряда научно-популярных телевизионных и радиопрограмм на Би-би-си.

252

Осадочные породы попадают в вулканические очаги, как правило, в результате субдукции — пододвигания океанической коры под материковую. Этот процесс занимает гораздо больше времени — десятки миллионов лет.

253

Питер Кокс (Peter Cox) — британский климатолог, активный сторонник идеи о значительном влиянии деятельности человека на климат Земли.

254

На сегодня у климатологов нет твердой уверенности, вызвано ли наблюдаемое потепление климата выбросами парниковых газов, в частности, $C0_2$. Исследование ледниковых кернов показывает, что в прошлом повышение концентрации углекислого газа в атмосфере не предшествовало потеплению, а следовало за ним.

Джон Гриббин (John R. Gribbin) — астрофизик, научный писатель, автор более 30 книг, обозреватель журналов *Nature* и *New Science.*

Роберт Кунциг (Robert Kunzig) — британский научный журналист, сотрудник европейской редакции журнала *Discover*. Специализируется на исследованиях океанов. Лауреат британской премии «Авентис» за лучшую научно-популярную книгу 2000 г. — «Картирование глубин».

257

Отскакивание камешка и удар при падении на поверхность воды не связаны с ее поверхностным натяжением. Они определяются ее гидродинамическими свойствами. Неразрывность потока жидкости в насосе обеспечивается внешним давлением, а не притяжением молекул воды.

Линн Маргулис (Lynn Margulis) — профессор факультета наук о Земле Университета штата Массачусетс в Эмхерсте, член американской Национальной академии наук и Российской академии естественных наук. Наибольшую известность ей принесли работы по эндосимбиотической теории происхождения органелл эукариотических клеток. Линн Маргулис была первой женой астронома и популяризатора науки Карла Сагана. Пять из более чем десятка ее научно-популярных книг написаны в соавторстве с сыном *Дорионом Саганом* (Dorion Sagan).

259

Это некорректное объяснение. Само по себе вращение Земли не приводит к подъему уровня воды у западного берега океана. Это происходит лишь в сочетании с морскими течениями и атмосферными процессами.

260

Эдвард Форбс (Edward Forbes, 1815–1854) — вел исследования в области геологии, минералогии, анатомии, ботаники, зоологии, в том числе морской, практиковал как хирург. В конце жизни стал президентом Лондонского Геологического общества.

261

Саманта Вайнберг (Samantha Weinberg) — британская писательница, в частности, автор научно-популярной книги «Рыба, пойманная во времени: в поисках латимерии».

262

Хайман Дж. Риковер (Hyman G. Rickover, 1900–1986) — американский четырехзвездочный адмирал. Делом всей его жизни было создание американского атомоходного флота. В 1947 г. он среди первых поддержал идею использования атомной энергии для движения судов, в 1949 г. возглавил отдел разработки реакторов при Комиссии по атомной энергии, а в 1954-м уже принял первую атомную подводную лодку «Наутилус». Риковер вышел в отставку в январе 1982 г. после 63 лет службы — рекорд среди офицеров американских вооруженных сил.

263

Эллин Вайн (Allyn C. Vine, 1914–1994) — американский физики океанограф, разработчик подводных аппаратов. Почти 40 лет проработал в океанографическом институте Вудз Хоул. Когда его имя присваивалось вновь построенному глубоководному аппарату, Вайн не смог присутствовать на церемонии, поскольку в это время находился в пяти километрах под поверхностью Атлантического океана на борту французского аппарата «Архимед».

Уильям Дж. Броад (William J. Broad) — научный обозреватель газеты «Нью-Йорк таймс», автор нескольких научно-популярных книг, в том числе «Изменники истины: обманщики и мошенники в храме науки».

265

Абиссальными называются глубины, характерные для большей части океанского дна, в отличие от континентального шельфа и глубоководных впадин. Точных числовых границ для абиссальных глубин не установлено, но, как правило, считают, что это более 2000 и менее 6000 м. Помимо «Элвина», предел погружения у которого составляет 4500 м, на абиссальные глубины могут опускаться французский батискаф «Наутилус» (до 6000 м), два российских аппарата, построенных в Финляндии — «МИР-1» и «МИР-2» (до 6000 м) и японский «Синкай-6500» (до 6500 м). Батискафы «Триест» и «Триест-2», которые могли погружаться глубже, сейчас выведены из эксплуатации и находятся в музеях.

266

Дэвид Аттенборо (David Frederick Attenborough, р. 1926) — знаменитый видеопродюсер, заложивший на Би-би-си основы жанра документальных фильмов о живой природе.

267

В 2005 году японский исследователь Цунеми Кубодера из Национального музея науки в Токио после долгих безуспешных попыток сфотографировал гигантского кальмара в естественной среде обитания, подманив его к камере рыбной наживкой.

268

Джованни Кабото (Giovanni Caboto, ок. 1450 — ок. 1499) — итальянский путешественник, плававший под английским флагом, в Англии был известен как Джон Кэбот. 24 июня 1497 года первым среди европейцев со времен викингов и на год раньше Колумба достиг берегов американского материка.

269

Марк Курлянски (Mark Kurlansky, р. 1948) — американский журналист и писатель-документалист, автор 10 книг по широкому спектру тем.

270

Коллагены — это целый класс белков. В данном случае имеется в виду один из представителей этого класса.

271

Ричард Докинс (Clinton Richard Dawkins, р. 1941) — британский этолог, специалист по теории эволюции и знаменитый научный писатель, автор 9 научно-популярных книг и множества статей, в которых он последовательно выступает против креационизма и в защиту теории эволюции. Многие его статьи переведены на русский язык.

272

Кристиан де Дюв (Christian Rene de Duve) — бельгийский биохимик, открывший в 1940-1950-х гг. лизосомы и пероксисомы — новый тип органел в клетке. Лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине за 1974 г.

273

Мономерами называют небольшие биологические молекулы, способные соединяться друг с другом, образуя длинные цепочки — *полимеры*.

274

В самое последнее время найдены признаки того, что земная кора могла затвердеть около 4,1 млрд лет назад или даже еще раньше.

275

В основном это не аминокислоты, а простейшая органика, такая, например, как метан. Попадание этого вещества на Землю вряд ли повлияло бы на перспективы зарождения жизни.

В русском языке подобное выражение не прижилось. Вообще выделить некий фиксированный момент, когда неживое вещество становится живым, вряд ли возможно. Надежных представлений о том, как это происходило, в современной науке нет. Однако достаточно широко распространено представление о том, что появлению жизни предшествовала химическая эволюция сложных молекул, которые «размножались» в процессах автокатализа и «конкурировали» друг с другом в процессах, подобных естественному отбору. Таких представлений придерживается, в частности, академик В. Н. Пармон. При этом подходе между химической и биологической эволюцией нет четкой границы.

277

Мэтт Ридли (Matt Ridley) — британский научный писатель, специализирующийся на вопросах генетики и теории эволюции, автор книги «Геном», в которой каждая глава посвящена одной паре человеческих хромосом.

SHRIMP (англ. *shrimp* — креветка) — Sensitive High-mass Resolution Ion Microprobe.

Изотопные анализаторы такого класса остаются уникальными устройствами. В 2006 г. в мире было всего 11 установок SHRIMP П. Три из них — в Австралийском национальном университете. Из остальных восьми одна установлена в Санкт-Петербурге — в Центре изотопных исследований Всероссийского научно-исследовательствого института им. А. П. Карпинского.

280

Изменение светимости Солнца на 25 % не приведет к заметному для глаза изменению освещенности на Земле, хотя на климате это, безусловно, может сказаться.

281

Это не совсем так. Если речь идет о свободном кислороде в форме 0_2, растворенном в клеточной протоплазме, то его концентрация в живых клетках на 4 порядка (в 10 тыс. раз) ниже, чем в атмосфере. На кислород же в связанной форме приходится 65 % массы человеческого тела.

282

Это некоторое преувеличение. Размер митохондрий — чуть меньше 1 микрона. Так что на поверхности песчинки их может разместиться несколько миллионов, но не миллиард.

283

Древнейшие макроскопические следы эукариот *Grypania* имеют возраст 1,9 млрд лет. Как пишет член-корр. РАН М. А. Федонкин, недавно были обнаружены следы колониальных организмов тканевого уровня организации *Horodyskia,* возрастом около 1,5 млрд лет. Это говорит о долгой подготовке эукариот к последующему взрыву биоразнообразия.

284

У разных видов амеб размеры генома могут очень существенно различаться. Есть и такие амебы, чей геном многократно превосходит по размеру человеческий.

285

Распределение бактерий по поверхности кожи очень неравномерно. Больше всего их под мышками, в паху, между пальцами ног. Несколько меньше на голове. А на некоторых участках кожи их число может быть менее тысячи на квадратный сантиметр.

286

Несмотря на то, что бактерий в организме человека может быть больше, чем собственных клеток, по массе они составляют незначительную часть, поскольку это очень маленькие безъядерные клетки.

287

По современным представлениям, Солнцу в конце эволюции взрыв не грозит.

288

Об оживлении бактерии возрастом 3 млн лет из вечной мерзлоты сообщал Тюменский институт криосферы Земли Сибирского отделения РАН. Его директор академик Владимир Мельников также говорил об оживших бактериях возрастом 8 млн лет из Антарктиды. Профессор Рауль Кэно из Политехнического университета штата Калифорния в Сан-Льюисе утверждает, что у него ожили бактерии из желудка пчелы, которая провела 30 млн лет в янтаре. Однако все подобные сообщения вызывают у большинства специалистов-микробиологов очень серьезные сомнения. За такое время естественная радиоактивность пород, космические лучи и активные химические соединения полностью разрушают молекулы ДНК, несущие генетический код. Именно из-за такого разрушения не удается восстановить геном прекрасно сохранившихся в вечной мерзлоте мамонтов, которым всего несколько десятков тысяч лет. Недавно российские и немецкие генетики расшифровали очень небольшую часть генетического кода мамонта, так называемую митохондриальную ДНК. Однако для этого им пришлось соединять между собой сотни разрозненных фрагментов генетической информации. За миллионы лет от ДНК буквально не остается никаких следов. Поэтому специалисты пока не принимают всерьез эти сенсационные сообщения.

289

Эрнст Геккель (Ernst Haeckel, 1834–1919) — немецкий зоолог и антрополог, твердый последователь Дарвина. В 1874 г. высказал подтвердившееся последующими находками предположение о существовании в прошлом видов, промежуточных между обезьяной и человеком. Построил первое генеалогическое древо животного царства.

290

Животные, растения, грибы, протисты, монеры.

На сегодня эта классификация значительно изменилась. Некоторые из упомянутых терминов вышли из употребления, другие опустились на более низкие уровни иерархии, наверх были выдвинуты новые, а рядом с тремя надцарствами стали помещать еще вирусы и вироиды. Очень существенное влияние на классификацию оказывают новые генетические методы исследований. В результате структура Древа жизни постоянно подвергается пересмотру и уточнению.

Вольбахия (Wolbachia) умеет регулировать размножение, развитие и даже эволюцию своих носителей. Бактерия живет только внутри клеток (снаружи сразу погибает) и передается исключительно по женской линии. Чтобы увеличить степень проникновения в популяцию, она воздействует на хозяина так, что зараженные самцы не способны оплодотворить незараженных самок. Тем самым увеличивается доля зараженного потомства. В некоторых случаях бактерия уничтожает самцов, а самок заставляет размножаться партеногенезом, т. е. без оплодотворения. В целом вольбахией заражено около 20 % видов насекомых.

293

В этом абзаце автор не делает различия между бактериями (микробами) и вирусами. Возбудителями малярии являются одноклеточные плазмодии. Остальные упомянутые заболевания имеют вирусную природу. Главное отличие вирусов состоит в том, что они не имеют клеточной организации и могут размножаться только используя клеточные механизмы других живых существ.

294

Джаред Мэйсон Даймонд (Jared Mason Diamond, р. 1937) — американский эволюционный биолог, автор ряда научно-популярных книг, одна из которых «Пушки, микробы и сталь», посвященная вопросам развития цивилизации, была удостоена Пулитцеровской премии.

295

Ряд специалистов считает, что это была первая в истории вспышка гриппа, однако с этим согласны далеко не все.

Джеймс Майкл Суровицки (James Michael Surowiecki, р. 1967) — американский журналист, сотрудник журнала «Нью-Йоркер», автор книги «Мудрость толпы».

297

Чтобы доказать микробную природу заболевания, Барри Маршалл провел эксперимент, инфицировав самого себя бактериями *Helicobacter pylori*. После этого ему пришлось долго лечиться от развившегося гастрита, но зато он разработал соответствующую методику лечения. В 2005 году Маршаллу и его научному руководителю Роберту Уоррену была присуждена Нобелевская премия по медицине.

Именно эти опасения заставили в 2005–2006 годах столько говорить об опасности эпидемии так называемого птичьего гриппа. Опасный штамм вируса гриппа H5N1 стал поражать птиц, вызывая настоящие опустошения на птицефермах. Людям, работавшим с птицей, он передается редко, но при заражении имеет высокую летальность. Специалисты опасаются, что если вирус научится передаваться от человека к человеку, то последствия могут быть сопоставимы с эпидемией «испанки» или даже превзойдут ее. Предсказать момент появления опасного штамма вируса вирусологи не могут. Именно поэтому необходимо предусмотреть меры, которые позволят при необходимости быстро ввести карантинные мероприятия и организовать вакцинирование населения. К сожалению, шумиха, поднятая на эту тему в прессе, создала у многих ошибочное впечатление, будто проблема птичьего гриппа является вообще надуманной.

Ричард Лики (Richard Leakey, р. 1944 в Найроби, Кения) — палеонтолог и археолог, сын Мэри Лики, первооткрывательницы ряда древних ископаемых гоминид и обезьян. Совместно со своими родителями и с женой Мив Лики он сделал целый ряд антропологических находок. Другим важным направлением деятельности Ричарда Лики было сохранение дикой природы. *Роджер Левин* (Roger Lewin) — научный журналист, много лет проработавший в журналах *New Scientist* и *Science,* автор ряда научно-популярных книг. Основные интересы лежат в области теории и происхождении человека.

Обычно называют более высокие вероятности фиксации вымершего вида в геологической летописи — около 1–2 %, но это относится только к многоклеточным организмам, имеющим твердые элементы. Следы одноклеточных организмов сохраняются очень редко. Оценка этой вероятности относится к введению специальной палеонтологической дисциплины тафономии (от греческого слова *taphos,* означающего «погребение»), которую ввел в научный оборот российский геолог и палеонтолог Иван Ефремов в 1940—1950-е годы. Число видов, живших на Земле за всю ее историю, определено очень неточно. В разных источниках можно найти оценки от 1 до 50 млрд. Они делаются на основе данных о среднем времени существования видов (около 4 млн лет) и о числе ныне живущих видов. Но сами эти величины известны неточно и явно не были постоянными в прошлом.

301

Христиан Фридрих Хорншух (Christian Friedrich Hornschuch, 1793–1850) — профессор естествознания и ботаники, директор ботанического сада Университета Грайфсвальда, Германия.

Более убедительно несколько иное объяснение. Именно к девонскому периоду содержание кислорода в атмосфере поднимается настолько, что формируется достаточно плотный озоновый слой, защищающий поверхность Земли от ультрафиолетового излучения Солнца. До образования озонового слоя выход жизни на сушу был практически невозможен, поскольку солнечный ультрафиолет быстро убивал клетки, в частности путем разрушения молекул ДНК.

303

У анапсид «височных окон» не было — отсюда их название. Были еще водные рептилии парапсиды, одним из последних представителей которых были ихтиозавры.

304

Есть и более скромные оценки — около 1 миллиарда.

305

Дэвид Рауп (David M. Raup) — американский палеонтолог, специалист по биоразнообразию и массовым вымираниям в истории Земли.

Утверждение о том, что 99,99 % видов вымерли — это некоторое преувеличение. При средней длительности жизни вида 4 млн лет и продолжительности интенсивной эволюции менее миллиарда лет в живых сейчас будет находиться примерно полпроцента видов. Если же учесть, что со временем биоразнообразие увеличивалось, то доля живых видов должна быть еще больше.

307

Автор исходит из предположения, что вымирания происходят в силу неких внешних катастрофических причин. Однако более вероятно, что причины вымираний связаны с внутренними процессами развития биосферы, такими как высокая специализация видов или исчерпание запаса изменчивости, а внешние факторы служат лишь спусковым крючком для крупных изменений.

Эти вымирания названы по соответствующим векам стратиграфической шкалы — хэмпхиллскому веку (9–4,75 млн лет назад), франскому (385–375 млн лет), фаменскому (375–359 млн лет) и ранчолабрийскому (300-11 тыс. лет назад). Надо отметить, что Международная стратиграфическая комиссия вывела из употребления хэмпхиллский и ранчолабрийский века. Первый из них перекрывается с миоценом и плейстоценом. Второй соответствует окончанию плиоцена, то есть ледниковому периоду. Франский и фламенский века следуют друг за другом и вместе составляют позднедевонскую эпоху.

309

Речь о КТ-границе, завершающей меловой период, о которой рассказывалось в главе 13.

310

Джеймс Лоренс Пауэлл (James Lawrence Powell) — американский геолог, специалист по изотопной геохимии, автор нескольких научно-популярных книг.

311

Стивен М. Стэнли (Steven M. Stanley) — профессор палеонтологии в университете Джонса Хопкинса. Сторонник концепции прерывистой эволюции, согласно которой образование видов протекает быстро, а потом они долгое время остаются неизменными.

312

В последнее время получены данные о том, что уже в эпоху динозавров некоторые млекопитающие достигали довольно значительного размера и вполне могли, например, питаться яйцами и детенышами неповоротливых ящеров.

313

Данное сравнение млекопитающих и динозавров не вполне корректно. В случае динозавров мы часто имеем дело не с видами. Видов может быть на порядок больше, но проследить классификацию динозавров с точностью до вида зачастую невозможно. С другой стороны, останки динозавров охватывают весь период их существования — около 150 млн лет, а изучаемые зоологами современные млекопитающие — это лишь мгновенный срез состояния эволюции, за всю историю их было значительно больше.

314

Ральф Уолдо Эмерсон (Ralph Waldo Emerson, 1803–1882) — американский эссеист, поэт и философ.

315

Печеночник — гриб из рода *Hepatica,* растет на пнях и деревьях. Скользкий, слизистый и по цвету похож на печень.

316

Hunt (англ.) — охота.

317

Ad infinitum — до бесконечности *(лат.)*.

318

Джон Рэй (John Ray, 1627–1705) — английский натуралист, член Королевского общества. Первым ввел разделение растений на двудольные и однодольные.

319

В кавычках приведены дословные переводы английских названий: *pissabed; mare's fart, naked ladies, twitch-ballock, hound's piss, open arse, bum-towel; maidenhair*.

320

Эдвард О. Вильсон (Edward Osborne Wilson, р. 1929) — американский биолог. Его основные работы лежат в области энтомологии и социобиологии. Он также выдвинул идею, что смыслом эволюции является сохранение генов, а не индивидуумов. Автор более 20 монографий и научно-популярных книг.

В самое последнее время использование Интернета в таксономии заметно расширяется. Различные научные организации поддерживают ресурсы с многоуровневой классификацией. Часто в таких базах данных имеется также генетическая информация о соответствующих видах. Однако единого ресурса, где бы накапливалась и систематизировалась описательная информация обо всех видах, пока нет.

Это явно завышенная оценка. Она не согласуется с характерным размером человеческих (эукариотических) клеток и противоречит оценкам темпа возникновения злокачественных новообразований. Большинство специалистов считает, что клеток в человеческом теле в 100-1000 раз меньше и составляет 10-100 трлн (10^{13}-10^{14}). Кстати, именно такому количеству клеток соответствует приводимое автором число (47) делений первичной клетки.

323

Это преувеличение. Мертвые клетки составляют только самый внешний, так называемый роговой слой эпидермиса. Его средняя толщина около 0,03 мм. С учетом площади поверхности человеческого тела 1,5–2 $м^2$ это дает массу мертвой части кожи всего 45–60 г. Остальные клетки кожи являются живыми. Толщина эпидермиса — внешнего отдела кожи — варьируется от 0,05 до 1 мм. Его масса составляет около 1 кг. А если принять в расчет подкожную клетчатку, то масса кожи достигает 16 % массы тела.

324

В английском языке словам «келья», «клетка», «ячейка» соответствует одно слово — «cell».

325

При операциях по пересадке ядра клетки мембрану протыкают именно острой иголкой.

326

Шервин Б. Нуланд (Sherwin B. Nuland, р. 1930) — профессор хирургии в Медицинской школе Йельского университета, автор 8 книг, в том числе книги «Как мы умираем», которая 34 недели продержалась в списке бестселлеров газеты «Нью-Йорк таймс».

327

По-видимому, это случается даже еще в 100 раз реже.

328

Джеффри Шварц (Jeffrey H. Schwartz, р. 1948) — антрополог, специалист по теории эволюции, профессор Питсбургского университета, автор ряда научных и научно-популярных книг, посвященных происхождению и эволюции человека и обезьян.

329

Генри Чарлз Флиминг Дженкин (Henry Charles Fleeming Jenkin, 1833–1885) — профессор инженерии Эдинбургского университета, специалист по электрическим кабелям и изобретатель фуникулера, был известен широтой своих интересов.

330

Ольмюц, или *Оломуц,* — второй по значению город в чешской провинции Моравия и ее религиозный центр, был также одной из сильнейших крепостей Австро-Венгрии.

331

Карл-Вильгельм фон Нёгели (Karl Wilhelm von Nageli, 1817–1891) — швейцарский ботаник, иностранный член-корреспондент Петербургской академии наук. Разработал классификацию растительных тканей. Первым начал применять математические методы в ботанике.

332

Вильгельм Олберс Фокке (Wilhelm Olbers Focke, 1834–1922) — немецкий врач и ученый-ботаник. В числе прочего изучал распространение малярии и редактировал научный журнал, издаваемый Бременским естественно-историческим обществом.

333

Термин «новый синтез» происходит от изданной в 1942 г. основополагающей книги *Modern Synthesis* Джулиана Сорелла Хаксли (внука Томаса Гексли). В русском языке основанную на этом подходе концепцию называют *синтетической теорией эволюции.*

334

Формирование и развитие человека определяется не только его геномом. Однояйцевые близнецы имеют одинаковый геном, но при этом хотя и похожи друг на друга, все же различаются. Причем эти различия увеличиваются с возрастом.

335

Длина двойных спиралей ДНК в клетке человека составляет около 1 метра. Однако если спирали расплести и вытянуть в одну линию, то получится целых 3 метра.

336

См. сноску[322] к главе 24.

Если учесть, что приведенное число клеток завышено примерно в 200 раз, то более точной будет оценка суммарной длины ДНК — около 100 миллиардов километров, что, конечно, все равно очень много — в десять раз больше диаметра орбиты Плутона.

338

Ричард Левонтин (Richard Lewontin) — американский эволюционный биолог и генетик, один из ведущих разработчиков математических оснований популяционной генетики.

339

Алфавит ДНК (как и РНК) состоит из 4 нуклеотидов. Алфавит белков — из 20 аминокислот. Каждая аминокислота задается группой из трех нуклеотидов. РНК переносят генетический код от ДНК к рибосомам. По пути этот код может подвергаться изменениям (так называемое редактирование РНК). Рибосомы производят синтез белков из аминокислот в соответствии с копией генетического кода, записанной на РНК. Обратной передачи информации от белков к ДНК в клетках не происходит. Так что говорить о двустороннем взаимодействии не вполне корректно. (Правда, возможна передача кода с РНК в ДНК — так называемая обратная транскрипция.)

340

В 1888 г. немецкий анатом В. Вальдейер предложил сам термин «хромосомы», а впервые наблюдал их в ядре клетки немецкий гистолог Вальтер Флемминг в 1872 г.

341

Влияние на мутации радиоактивного и рентгеновского излучения было открыто значительно позднее. В частности, влияние рентгеновского излучения открыл в 1926 г. ученик Моргана Герман Мёллер, которому в 1946 г. была присуждена за это Нобелевская премия.

Наследуемые мутации появились в экспериментах почти сразу. Достижение Моргана состоит не в этом, а в том, что он выявил связи между различными мутациями. Некоторые признаки, как правило, наследовались вместе. Моргану удалось объединить их в 4 группы и доказать их связь с 4 парами хромосом дрозофил. Кроме того, на основе своих данных он выдвинул поразительную догадку о линейном расположении генов внутри хромосом.

343

Лайза Жарден (Lisa Jardine) — специалист по интеллектуальной истории эпохи Возрождения, директор Центра обработки жизнеописаний и писем при Лондонском университете. Она также регулярно выступает на телевидении, радио и в печати.

344

Эдмунд Хиллари (Edmund Hillary) — новозеландский альпинист. 29 мая 1953 г. Эдмунд Хиллари и шерп Тенцинг Норгей первыми поднялись на вершину Эвереста.

SNP— Single Nucteotide Polymorphysm. *Snip* — обрезок, лоскут, мелочевка (*англ.)*.

346

Речь, конечно, идет о приспособляемости вида или популяции, а не отдельного организма.

347

Тут некоторая неточность. Естественный отбор вовсе не обязательно приводит к тому, что за обретение некоего преимущества приходится расплачиваться появлением недостатков. Суть его состоит в том, что полезные (в конкретных условиях обитания) мутации имеют больше шансов быть переданными по наследству и закрепиться. Похожесть особей в пределах популяции также определяется не естественным отбором, а постоянным перемешиванием генетического материала, из-за чего геномы не могут разойтись слишком далеко.

348

Генетические различия между людьми не исчерпываются точечными мутациями (SNP). Встречаются различия, затрагивающие более длинные отрезки генетического кода.

349

Это неточное утверждение. Разные участки генома в разной степени подвержены мутациям. Некоторые из них чрезвычайно стабильны и совершенно одинаковы не только у всех людей, но даже у других видов. В частности, мутации в некоторых генах могут быть летальными, то есть порождать нежизнеспособные существа. В то же время есть такие участки, где скорость возникновения мутаций значительно выше, чем в среднем по геному. Недавно генетики из США, Бельгии и Франции выявили у человека ген, изменения в котором идут в 70 раз быстрее, чем в среднем по геному. Причем этот ген влияет на развитие мозга зародыша с 7-й по 19-ю неделю беременности. Возможно, именно его высокая изменчивость определила различия между человеком и обезьяной.

350

Дэвид Кокс (David Cox) — американский генетик и биохимик, профессор генетики и педиатрии в Медицинской школе Стэнфордского университета, содиректор Стэнфордского геномного центра.

Ретровирусы пользуются обратной транскриптазой, чтобы встроить свой генетический код в геном пораженной клетки и заставить его работать. Именно на этот *обратный* процесс — запись информации в ДНК вместо считывания — указывает корень «ретро» в названии этого класса вирусов. Для отдельного человека или другого организма эта возможность несет только вред. Однако для вида или даже большой совокупности видов обратная транскрипция может служить важным механизмом изменчивости. Она обеспечивает так называемый горизонтальный перенос генетического материала, когда фрагменты генетического кода переносятся вирусами между видами, не связанными отношением предок — потомок. Благодаря горизонтальному переносу у видов увеличивается приспособляемость, что, естественно, способствует дальнейшей передаче генов. Поэтому нельзя так однозначно считать гены лишними или бесполезными только лишь потому, что их назначение не вполне ясно.

352

В последние годы оценка числа генов у человека еще уменьшилась и составляет 25–30 тысяч.

Чисто генетическая природа болезни Паркинсона, по-видимому, не подтвердилась. Неизвестна отдельная мутация, которая бы ее вызывала, хотя генетическая предрасположенность к ее развитию, видимо, имеет место.

354

Эрик Ландер (Eric Lander, р. 1957) — профессор биологии, директор Института Броада при МТИ, один из координаторов проекта «Геном человека». В 2004 г. журнал «Тайм» включил его в список 100 самых влиятельных людей нашего времени.

355

Термин *протеом* был предложен в 1994 г. австралийским исследователем Марком Уилкинсом. Он обозначает полный комплект белков (протеинов), которые присутствуют в тканях организма.

356

Жак Монод (Jacques Monod, 1910–1976) — французский биохимик, лауреат Нобелевской премии по медицине и физиологии 1965 г. за открытия в области генетического управления энзимами и синтезом вирусов.

На самом деле даже больше. Энергия взрыва вулкана Тамбора оценивается в 10^{20} Дж. Это примерно соответствует миллиону хиросимских бомб. Почти такую же силу имело извержение вулкана Санторин в середине второго тысячелетия до нашей эры. Оно произошло в 120 км от острова Крит и, по-видимому, уничтожило Минойскую культуру.

358

Полного согласия относительно объема выброшенного пепла нет. В разных источниках приводятся оценки от 40 до 150 км^3.

359

Джозеф Моллард Уильям Тернер (Joseph Mallord William Turner, 1775–1851) — английский художник-пейзажист романтического направления, один из основателей импрессионизма.

360

В оригинале: «Eighteen Hundred and Froze to Death».

361

Обычно считается, что малый ледниковый период был продолжительнее — примерно с середины XIV до середины XIX века.

362

От англ. *erratic* — странный, блуждающий, неустойчивый.

363

Энтони Хэллэм (Anthony Hallam, р. 1933) — британский геолог, палеонтолог и писатель. Специалист по стратиграфии, изменениям уровня моря и юрскому периоду, а также по массовым вымираниям.

Наклон земной оси влияет на температурный контраст между летом и зимой в средних широтах. Увеличение эксцентриситета приводит к годовому колебанию количества солнечного тепла на земном шаре в целом. Например, сейчас Земля ближе всего к Солнцу в январе, и это должно смягчать зимы в Северном полушарии. Наконец, прецессия приводит к тому, что земная ось, сохраняя наклон, описывает в пространстве конус примерно за 26 тысяч лет. Спустя половину этого срока эффект эксцентриситета поменяется на противоположный: тепловой контраст зимы и лета в Северном полушарии усилится, а в Южном ослабнет.

365

Во время Первой мировой войны Миланкович служил в генеральном штабе сербской армии. Поэтому он и был взят в плен. Однако друзья из Венгерской академии наук добились того, чтобы ему были созданы условия для работы.

366

Твен Шульц (Gwen Schultz) — гляциолог, почетный профессор университета Висконсин — Мадиссон, автор нескольких научно-популряных книг, среди которых «Потерянный ледниковый период».

367

Земля-снежок (Snowball Earth) — название предложено Джозефом Киршвикном (Joseph Kirschvink), профессором геобиологии Калифорнийского технологического института в 1992 г. Сама теория была выдвинута в середине 1960-х годов, когда по палеомагнитным данным было обнаружено, что материки, испытывавшие оледенение, находились в это время в районе экватора. Теорию долгое время не принимали всерьез. В 1990-е годы она была существенно модернизирована специалистами Гарвардского университета, и с тех пор интерес к ней растет. И все же пока представление о тотальном оледенении Земли в прошлом еще нельзя назвать общепринятым.

Основной причиной таяния обычно называют углекислый газ, который вулканы поставляли в атмосферу, а практически исчезнувшая биосфера перестала поглощать. Это привело к развитию мощного парникового эффекта. По некоторым оценкам, концентрация углекислого газа в атмосфере могла в 300 и более раз превышать современную.

369

Элизабет Колберт (Elizabeth Kolbert) — научный журналист, специализирующаяся на изменениях климата, автор книги «Полевые заметки с места катастрофы: человек, природа и изменения климата».

370

Считается, что динозавры были хладнокровными животными, а это значит, что они не могли жить при отрицательных температурах. Однако многие рептилии могут при охлаждении впадать в спячку.

Также в последние несколько лет резко ускорилось движение ряда гренландских ледников. По данным спутникового мониторинга, общие потери льда Гренландией за последние 10 лет выросли в 2–3 раза и составляют сейчас 150–240 км^3/год — это приближается к сотой доли процента общей массы гренландского ледникового щита. Вместе с тем многие климатологи считают, что глобальное потепление климата может привести к увеличению массы антарктической ледниковой шапки, поскольку скорость ее прироста больше зависит от влажности воздуха, чем от температуры.

372

Уильям Соллас (William Johnson Sollas, 1849–1936) — британский геолог, был профессором в ряде университетов, избран членом Королевского общества в 1889 г.

373

По названию находившейся поблизости деревни Тринил.

374

Ныне в научной литературе термин «питекантроп» не используется, но в научно-популярных и художественных текстах его по-прежнему можно встретить.

375

По современным оценкам, австралопитеки африканские жили в период 3,3–2,5 млн лет назад.

376

Распространенное в прошлом английское снадобье от простуды в форме растворимого в воде порошка.

377

От позднелатинского *Sina* — Китай и греч. *anthropos* — человек.

378

От слова *апат*, означающего «озеро» на местном турканском наречии.

379

Алан Уокер (Alan Walker) — профессор антропологии и биологии Университета штата Пенсильвания. *Пэт Шипман* (Pat Shipman) — профессор антропологии, специалист по тафономии (см. прим. 300), автор ряда научно-популярных книг, в том числе в соавторстве с Аланом Уокером: «Обезьяна на дереве» и «Человеческий скелет».

380

Джон Ридер (John Reader, р. 1937) — британский писатель, фотожурналист, антрополог, член Королевского географического общества. Большую часть из 40 с лишним лет профессиональной деятельности посвятил Африке. Консультант программы ООН по окружающей среде, автор ряда научно-популярных книг и сценариев для документальных фильмов.

381

Авторы книги «Яванский человек» — антропологи Карл Свитер (Carl C. Swisher III), Гарнисс Кёртис (Garniss H. Curtis) и Роджер Левин (Roger Lewin, см. прим. 299).

382

Дональд Карл Джохансон (Donald Carl Johanson, р. 1943) — американский палеоантрополог, один из первооткрывателей Люси (см. ниже).

383

AL означает «Afar Locality* — местонахождение Афар, Эфиопия.

384

Сам Дональд Джохансон в книге «Люси: истоки рода человеческого» (русский перевод: М., 1984) сравнивает размер черепа Люси с мячом для софтбола — около 8 см.

385

От слова *kadabba,* означающего на афарском языке «основатель рода».

386

Sahelanthropus — человек из Сахела. *Сахел* — переходная зона между пустыней Сахара и более плодородными районами к югу от нее.

387

Sahelpithecus — обезьяна из Сахела.

388

В последние годы были найдены древние гоминиды, которые обитали в лесной местности и, несмотря на это, были прямоходящими. Это ставит под сомнение теорию, связывающую прямохождение с исчезновением лесов.

389

Это не совсем так. Обезьяны вполне могут бросать подручные предметы. Известны случаи использования орудий и другими животными.

Изготовление и использование орудий отмечается и у животных, причем далеко не только у обезьян. Тем более орудия применялись ранними гоминидами, однако такое использование орудий не приводило к формированию социального феномена — культуры.

391

Это высказывание можно воспринимать исключительно как шутку.

Нередко все эти достижения относят к виду *Home ergaster,* который считают предшественником тупиковой ветки эректусов и ряда более успешных видов, приведших в конце концов к *Homo sapiens*.

393

Велоцераптор — один из самых проворных хищных динозавров.

394

Заболевание связано с переизбытком витамина А, который в большом количестве содержится в печени хищников. Случаи гипервитаминоза А наблюдались, например, у полярников, употреблявших в пищу печень белого медведя.

Центр Брока есть даже у шимпанзе, но у них он отвечает за мимику и не выделяется по размерам. Обычно первые признаки увеличения комплекса Брока связывают с человеком умелым, а не с эректусами.

Это произошло существенно раньше. Самые старые орудия олдувайской культуры (см. ниже) имеют возраст 2,6 млн лет, а примерно 1,7–1,6 млн лет назад олдувайская культура исчезает и ей на смену приходит ашельская.

397

Здесь явная путаница. Большой обколотый камень, о котором шла речь выше, очевидно относится к ашельской, а не к олдувайской культуре.

В этот период (около 100 тыс. лет назад) уже появляется мустьерская культура, характерная для неандертальцев и ранних *Homo sapiens*. Ашельская культура, как правило, увязывается с *Homo erectus*.

399

Здесь недоразумение. Ангельскую культуру из Африки на восток несли не *Homo sapiens,* а *Homo erectus.* Линия Мовиуса, таким образом, вводилась как граница распространения *Homo erectus,* за которой, как предполагалось, обитали более «отсталые» гоминиды. К расселению *Homo sapiens* линия Мовиуса отношения не имеет.

400

Казуарина — австралийское растение с хвощевидными побегами.

401

«Труды Национальной академии наук» (Proceedings of the National Academy of Sciences) — один из ведущих американских научных журналов.

402

Речь о так называемом человеке из долины Нармада, найденном в 1982 г.

403

Эрик Тринкаус (Erik Trinkaus) — известный американский палеоантрополог, специалист по биологии неандертальцев и эволюции человека; *Пэт Шипман* — см. прим 379. В соавторстве ими написана книга «Неандертальцы».

404

С неандертальцами обычно связывают мустьерскую культуру, которая около 100 тысяч лет назад приходит на смену ангельской. Однако нет оснований утверждать, что неандертальцы ее изобрели, а *Homo sapiens* у них заимствовали.

405

Интервал Бутелье — примерно с 60 до 25 тысяч лет назад. В российской традиции это время называют каргинским межледниковьем, или интерстадиалом. *Интерстадиал* — время слабого потепления климата и значительного сокращения площади ледников между двумя стадиями их наступления в течение одного оледенения. Это было относительно теплое время, не совсем корректно говорить о нем как о суровом периоде.

406

Камиль Арамбур (Camille Arambourg, 1885–1970) — французский антрополог, специалист по позвоночным. Вел исследования преимущественно в Северной Африке. В 1950-е годы выдвинул идею, что неандертальцы вовсе не были жестокими и обезьяноподобными.

407

Цитата из книги «Изменения погоды» Уильяма Стевенса (William K. Stevens), научного обозревателя газеты «Нью-Йорк таймс».

408

Это некорректное сравнение: для современного человека взят средний объем мозга 1400 см^3, а для неандертальца — максимальный 1800 см^3. В среднем мозг неандертальца был на 10 % больше, чем у современного человека. Максимальный зарегистрированный объем мозга современного человека превосходит 2200 см^3.

409

Неандертальцы эволюционно гораздо ближе к современному человеку, чем *Homo erectus*. *Homo sapiens* и *Homo neandertalensis,* по-видимому, являются наследниками *Homo ergaster,* от которого по другой ветви происходят *Homo erectus*.

410

Речь, конечно, только о фрагменте ДНК.

411

Тут неточность: Кавендиш измерил массу Земли более чем на 100 лет позже.

412

Музей археологии и искусства Оксфордского университета, один из старейших публичных музеев мира.

413

Следует отметить, что эта оценка приводится в научно-популярной книге и не сопровождается никакими научными обоснованиями.

414

Норман Майерс (Norman Myers, р. 1934) — британский эколог, специалист по биоразнообразию.

Майерс, как и Лики, первоначально опубликовал свои оценки в научно-популярной книге. Впоследствии увеличенные оценки появились в научном журнале Bioscience (Vol. 39, pp. 39–41), однако в обоснование приводились ссылки на материалы, опубликованные не в научных изданиях.